

**PENGEMBANGAN ALAT PRAKTIKUM FISIKA
DASAR II MATERI KAPASITOR BERBASIS
*ARDUINO***

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan
dalam Ilmu Pendidikan Fisika



Oleh:

Donny Auliya Arrohman

NIM : 1503066001

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2019**

**PENGEMBANGAN ALAT PRAKTIKUM FISIKA
DASAR II MATERI KAPASITOR BERBASIS
*ARDUINO***

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan
dalam Ilmu Pendidikan Fisika



Oleh:

Donny Auliya Arrohman

NIM : 1503066001

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2019**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Donny Auliya Arrohman

NIM : 1503066001

Jurusan : Fisika

Program studi : Pendidikan Fisika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

PENGEMBANGAN ALAT PRAKTIKUM FISIKA DASAR II

MATERI KAPASITOR BERBASIS ARDUINO

Secara keseluruhan adalah hasil pengembangan dan penelitian atau karya Saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 14 Juli 2019

Pembuat pernyataan,



Donny Auliya Arrohman

NIM: 1503066001



PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : **Pengembangan Alat Praktikum Fisika
Dasar II Materi Kapasitor Berbasis Arduino**

Nama : Donny Auliya Arrohman

NIM : 1503066001

Jurusan : Fisika

Program studi : Pendidikan Fisika

Telah diujikan dalam sidang *munaqasyah* oleh Dewan Penguji
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri
Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana dalam Ilmu Pendidikan Fisika.

Semarang, 26 Juli 2019

DEWAN PENGUJI

Ketua,

Sekretaris,


Dr. Hamdan Hadi Kusuma, S.Pd., M.Sc

NIP. 19770320 200912 1002


Drs. H. Jasuri, M.S.I

NIP. 19671014 199403 1005

Penguji I,

Penguji II,


Muhammad Ardhi Khalif, M.Sc

NIP. 19821009 201101 1010


Edi Daenuri Anwar, M.Si

NIP. 19790726 200912 1002

Pembimbing I,

Pembimbing II,


Agus Sudarmanto, M.Si

NIP. 19770823 200912 1001


Sheilla Rully Anggita, S.Pd., M.Si

NIP. 19900505 201903 2017

NOTA DINAS

Semarang, 15 Juli 2019

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo
di Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa Saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : **Pengembangan Alat Praktikum Fisika
Dasar II Materi Kapasitor Berbasis Arduino**

Peneliti : Donny Auliya Arrohman

NIM : 1503066001

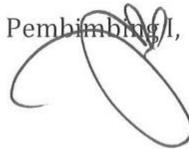
Jurusan : Fisika

Program studi : Pendidikan Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diajukan dalam sidang *munaqosyah*.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Pembimbing I,



Agus Sudarmanto, M.Si

NIP: 197708232009121001

NOTA DINAS

Semarang, 15 Juli 2019

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo
di Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa Saya telah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : **Pengembangan Alat Praktikum Fisika
Dasar II Materi Kapasitor Berbasis Arduino**

Peneliti : Donny Auliya Arrohman

NIM : 1503066001

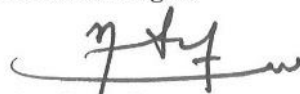
Jurusan : Fisika

Program studi : Pendidikan Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diajukan dalam sidang *munaqosyah*.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Pembimbing II,



Sheilla Rully Anggita, S.Pd., M.Si

NIP: 199005052019032017

ABSTRAK

Judul : Pengembangan Alat Praktikum Fisika Dasar II Materi Kapasitor Berbasis *Arduino*

Nama : Donny Auliya Arrohman

NIM : 1503066001

Arduino dapat diterapkan dalam dunia pendidikan salah satunya digunakan sebagai bahan untuk pengembangan alat praktikum. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat praktikum Fisika Dasar II materi kapasitor berbasis *Arduino*. Penelitian ini merupakan penelitian *research and development (R&D)*. Tahapan penelitian yang dilakukan antara lain studi pendahuluan, perencanaan dan desain produk, validasi dan revisi produk, uji produk dan revisi. Sampel terdiri dari mahasiswa angkatan 2016, 2017, dan 2018 Jurusan Fisika, UIN Walisongo Semarang. Teknik *Sampling* yang digunakan adalah *sampling purposive*. Metode pengumpulan data diambil melalui wawancara, observasi, dokumentasi, dan angket. Hasil penelitian didapatkan produk alat praktikum kapasitor yang didalamnya terdiri dari papan rangkaian seri-paralel kapasitor, voltmeter, kapasitansimeter berbasis *Arduino*, dan sumber tegangan masukan. Hasil pengujian validasi produk yang telah dilakukan oleh ahli materi didapatkan persentase nilai 95,83% dengan kategori sangat layak dan oleh ahli media didapatkan persentase nilai 92,50% dengan kategori sangat layak. Produk yang telah direvisi kemudian dilakukan uji coba awal mendapat persentase penilaian 92,14% dengan kategori sangat layak. Uji lapangan dengan skala terbatas dilakukan menggunakan produk yang telah direvisi

mendapat persentase penilaian 98,57% dalam kategori sangat layak. Produk yang sudah dibuat layak digunakan untuk praktikum seri-paralel kapasitor.

Kata kunci: *Arduino*, kapasitor, praktikum

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'aalamiin, segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik serta hidayah-Nya, sehingga peneliti dapat menyusun dan menyelesaikan penelitian skripsi dengan judul “Pengembangan Alat Praktikum Fisika Dasar II Materi Kapasitor Berbasis *Arduino*”.

Selawat serta salam tetap tercurahkan kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW, beserta para keluarga, sahabat, dan para pengikutnya yang senantiasa istikamah dalam sunahnya hingga akhir zaman.

Penyusunan skripsi ini guna memenuhi dan melengkapi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang Jurusan Pendidikan Fisika. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari berbagai pihak yang selalu memberikan nasihat, bimbingan, saran-saran dan bantuan yang sangat berharga. Oleh karena itu, peneliti menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Imam Taufiq, M. Ag selaku Rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Dr. Ruswan, M.A selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
3. Dr. Hamdan Hadi Kusuma, M.Sc selaku ketua Prodi Pendidikan Fisika UIN Walisongo Semarang sekaligus

dosen wali yang selalu memotivasi dan membimbing peneliti.

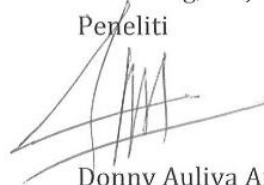
4. Agus Sudarmanto, M.Si selaku dosen pembimbing I dan Sheilla Rully Anggita, S.Pd., M.Si selaku pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan pengarahan, bimbingan, motivasi serta petunjuk kepada peneliti sehingga peneliti mampu menyelesaikan skripsi dengan baik.
5. Joko Budi Poernomo, M.Pd dan M. Ardhi Khalif, M.Sc selaku dosen yang memberikan saran dan masukan kepada peneliti demi tersusunnya produk yang berkualitas.
6. Hesti Khuzaimah Nurul Yusufiyah, M.Eng selaku dosen yang memberikan saran, masukan, motivasi dan inovasi kepada peneliti dalam pembuatan produk.
7. Segenap staf dan dosen pengajar di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang yang telah banyak memberikan ilmu kepada peneliti.
8. Bapak, ibu, mbak lia, dan syahrul terima kasih atas do'a, dukungan, dan semangat selama ini. Semoga Allah senantiasa melimpahkan rahmat dan rida-Nya kepada kalian.

9. Teman-teman pendidikan Fisika maupun Fisika yang selalu memberi semangat selama di perkuliahan.
10. Tim PPL SMA Negeri 1 Semarang dan teman-teman KKN posko 57 Kelurahan Boyolali, Kec. Gajah, Kabupaten Demak yang selalu menjaga tali silaturahmi dan selalu memberi semangat kepada peneliti.
11. Teman-teman Rinduku yang selalu menghibur peneliti ketika sedang frustrasi, stres dan jenuh.
12. Teman-teman BPI A36 yang selalu membantu dan mengingatkan peneliti saat sedang berjuang menggapai impian.
13. Kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan baik moral maupun materi demi terselesaikannya skripsi.

Peneliti menyadari masih banyak kesalahan dalam penyusunan skripsi ini, maka dari itu peneliti menerima dengan senang hati kritik dan saran guna mendapatkan hasil yang lebih baik. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan mendapat ridha Allah SWT. *Aamiin ya rabbal alamin*

Semarang, 14 Juli 2019

Peneliti



Donny Auliya Arrohman

NIM: 1503066001

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN	iii
NOTA DINAS.....	iv
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	4
D. Spesifikasi Produk.....	5
E. Asumsi Pengembangan	6
BAB II LANDASAN TEORI.....	8
A. Deskripsi Teori	8
1. <i>Arduino</i>	8
2. Kapasitor.....	11
3. Kapasitansimeter.....	26
4. Praktikum	27
B. Kajian Pustaka	28
C. Kerangka Berpikir.....	33

BAB III METODE PENELITIAN	35
A. Model Pengembangan	35
B. Prosedur Pengembangan.....	39
C. Subjek Penelitian.....	41
D. Teknik Pengumpulan Data	42
E. Teknik Analisis Data	43
BAB IV DESKRIPSI DAN ANALISIS DATA	47
A. Deskripsi Prototipe Produk	47
B. Hasil Uji Lapangan	77
C. Analisis Data.....	83
D. Prototipe Hasil Pengembangan	88
BAB V PENUTUP	90
A. Kesimpulan	90
B. Saran.....	91
DAFTAR PUSTAKA	92
LAMPIRAN-LAMPIRAN	96
BIODATA PENELITI	143

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Kategori kelayakan uji validasi	45
Tabel 3.2	Kategori kelayakan uji lapangan	46
Tabel 4.1	Hasil validasi ahli materi	70
Tabel 4.2	Masukan validator materi	71
Tabel 4.3	Hasil validasi ahli media	73
Tabel 4.4	Masukan validator media	74
Tabel 4.5	Hasil uji coba awal	78
Tabel 4.6	Masukan dari uji coba awal	79
Tabel 4.7	Hasil uji lapangan terbatas	81
Tabel 4.8	Masukan uji lapangan terbatas	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Desain produk yang akan dibuat	6
Gambar 2.1	Jenis-jenis <i>Arduino</i>	9
Gambar 2.2	<i>Arduino Uno</i>	11
Gambar 2.3	Rangkaian RC	17
Gambar 2.4	Rangkaian seri	24
Gambar 2.5	Rangkaian paralel	25
Gambar 3.1	Bagan prosedur pengembangan	39
Gambar 4.1	Desain awal produk	50
Gambar 4.2	Desain rangkaian kapasitansimeter berbasis <i>Arduino</i>	53
Gambar 4.3	Modifikasi Multimeter DT830B	54
Gambar 4.4	Desain rangkaian sumber tegangan	55
Gambar 4.5	Rangkaian sumber tegangan	56
Gambar 4.6	Pengembangan kaki kapasitor	56
Gambar 4.7	Papan rangkaian	58
Gambar 4.8	Rangkaian keseluruhan	58
Gambar 4.9	Pemberian label informasi produk	59
Gambar 4.10	Produk alat praktikum sementara	59
Gambar 4.11	Pengukuran kapasitas kapasitor pada tiap kapasitor	61
Gambar 4.12	Pengukuran kapasitas kapasitor total rangkaian seri	62

Gambar 4.13	Pengukuran tegangan pada kapasitor 1 rangkaian seri	63
Gambar 4.14	Pengukuran tegangan pada kapasitor 2 rangkaian paralel	63
Gambar 4.15	Pengukuran tegangan total pada kapasitor total rangkaian seri	64
Gambar 4.16	Pengukuran kapasitas kapasitor kapasitor total rangkaian paralel	66
Gambar 4.17	Pengukuran tegangan pada C_1 rangkaiian paralel	67
Gambar 4.18	Pengukuran tegangan pada C_2 rangkaiian paralel	67
Gambar 4.19	Pengukuran tegangan total pada kapasitor total rangkaian paralel	68
Gambar 4.20	Perbaikan produk pada bagian yang berlubang guna menambah keamanan bagi praktikan	72
Gambar 4.21	Penyempurnaan informasi <i>tool</i>	72
Gambar 4.22	Perubahan desain kaki kapasitor	72
Gambar 4.23	Perubahan letak voltmeter dan kapasitansimeter	75
Gambar 4.24	Perubahan label menjadi anti air	76
Gambar 4.25	Pemberian label tegangan input	76
Gambar 4.26	Penambahan Sekring	76

Gambar 4.27	Informasi ralat alat ukur	77
Gambar 4.28	Produk akhir	83

LAMPIRAN-LAMPIRAN

LAMPIRAN I	Surat Penunjukan Pembimbing	96
LAMPIRAN II	Persetujuan Pembimbing	97
LAMPIRAN III	Permohonan Izin Riset	98
LAMPIRAN IV	Hasil Studi Pendahuluan	99
LAMPIRANV	Hasil Perbandingan Pengukuran Kapasitansimeter berbasis <i>Arduino</i> dengan Multimeter CD77	101
LAMPIRAN VI	Hasil Pengujian produk oleh Peneliti	102
LAMPIRAN VII	Hasil Angket Studi Pendahuluan	108
LAMPIRAN VIII	Hasil Validasi Ahli Media	110
LAMPIRAN IX	Hasil Validasi Ahli Materi	119
LAMPIRAN X	Hasil Angket Uji Coba Awal	128
LAMPIRAN XI	Hasil Angket Uji Lapangan Terbatas	130
LAMPIRAN XII	Hasil Wawancara	133
LAMPIRAN XIII	Daftar Nama Responden Uji Lapangan	139
LAMPIRAN XIV	Foto-Foto	141

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin cepat memberikan kemudahan bagi masyarakat salah satunya di bidang pendidikan yang memanfaatkan teknologi untuk keperluan manajemen sistem informasi, *e-learning*, media pembelajaran dan pendidikan *life skill* (Husaini, 2014). Manfaat media pembelajaran dalam dunia pendidikan dapat memberikan kemudahan dalam memahami suatu materi dan mempersingkat waktu dalam menjelaskan suatu materi. Selain itu pemanfaatan teknologi juga memberikan kemudahan dalam pembacaan alat ukur seperti *stopwatch*. Awalnya *stopwatch* masih bersifat analog, agar mempermudah dalam pembacaan nilai *stopwatch* maka dibuatlah *stopwatch* digital.

Arduino merupakan suatu perangkat elektronik yang didalamnya terdapat *microcontroller* Atmega, dengan adanya *Arduino* beberapa proyek dapat dibuat guna mempermudah pekerjaan manusia, seperti sistem *smart parking* yang prinsip kerjanya adalah memberikan informasi apakah di tempat parkir ada yang kosong atau tidak. Jika terdapat tempat parkir yang kosong, maka *Arduino* akan memberikan informasi melalui LCD

(Pradana, 2015), pemanfaatan teknologi *Arduino* di bidang pendidikan dapat dilihat dalam perancangan alat ukur gerak lurus berubah beraturan (GLBB). Produk yang dibuat dapat melakukan pengukuran waktu secara otomatis, kemudian hasilnya akan di proses dalam aplikasi untuk dilakukan penghitungan percepatan dan kecepatan (Deesera, Ilhamsyah and Triyanto, 2017).

Perkembangan teknologi berkontribusi dalam mencapai tujuan pendidikan di Indonesia yang tertuang dalam pembukaan Undang-Undang Dasar (UUD) 1945 berbunyi

Kemudian dari pada itu untuk membentuk suatu pemerintah Negara Indonesia yang melindungi segenap bangsa Indonesia dan untuk memajukan kesejahteraan umum, mencerdaskan kehidupan bangsa dan ikut melaksanakan ketertiban dunia yang berdasarkan kemerdekaan, perdamaian abadi dan keadilan sosial maka disusunlah kemerdekaan kebangsaan itu dalam suatu undang undang

Tujuan pendidikan yang tertuang dalam UUD sudah tercapai di beberapa pendidikan tinggi yang mana sudah menerapkan teknologi dalam mempermudah pelaksanaan pembelajaran maupun dalam mencari data dalam praktikum.

Berdasarkan wawancara dengan asisten praktikum yang bernama Melany dan mahasiswa praktikum yang

bernama Nailiy di Jurusan Fisika UIN Walisongo Semarang pada tanggal 1 April 2019 dalam mata kuliah praktikum Fisika Dasar II dengan materi rangkaian seri-paralel kapasitor, praktikan hanya mengukur nilai tegangan kapasitor saja tanpa mengukur nilai kapasitas kapasitor. Pengukuran nilai tegangan menggunakan multimeter analog membutuhkan waktu dalam pembacaannya. Nilai kapasitas kapasitor pada praktikum tidak dilakukan pengukuran melainkan ditentukan pada pembacaan pada label kapasitor. Jika kapasitor tersebut diukur menggunakan alat ukur kapasitas kapasitor (kapasitansimeter) yang menghasilkan nilai tidak sesuai dengan label, maka dapat dipastikan antara teori dengan praktik tidak sesuai.

Berdasarkan permasalahan yang terjadi maka diperlukan adanya penelitian untuk mengembangkan alat praktikum Fisika Dasar II materi kapasitor yang menarik, ringkas dan tidak membutuhkan waktu yang lama dalam penggunaannya. Alat praktikum ini terdiri dari kapasitansimeter berbasis *Arduino*, voltmeter, sumber tegangan, papan rangkaian seri kapasitor, dan papan rangkaian paralel kapasitor. Sehingga praktikan dalam melaksanakan praktikum seri-paralel kapasitor lebih efisien. Berdasarkan latar belakang maka peneliti tertarik

untuk melakukan penelitian yang berjudul
“PENGEMBANGAN ALAT PRAKTIKUM FISIKA DASAR II
MATERI KAPASITOR BERBASIS ARDUINO”

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana desain alat praktikum Fisika Dasar II materi kapasitor berbasis *Arduino*?
2. Bagaimana kelayakan alat praktikum Fisika Dasar II materi kapasitor berbasis *Arduino*?

C. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai peneliti dalam penelitian ini, yaitu:

1. Untuk mengetahui desain alat praktikum Fisika Dasar II materi kapasitor berbasis *Arduino*.
2. Untuk mengukur kelayakan alat praktikum Fisika Dasar II materi kapasitor berbasis *Arduino*.

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian, yaitu:

1. Bagi pendidik
 - a. Memberikan ide pemikiran bagi pengajar dalam menggunakan alat praktikum yang sudah berbasis digital.

- b. Dapat mendemonstrasikan praktikum kapasitor dengan cepat dan mudah di pahami oleh peserta didik/mahasiswa.
- 2. Bagi mahasiswa praktikan
 - a. Dapat mempermudah mahasiswa praktikan dalam melaksanakan praktikum kapasitor.
 - b. Mempermudah dalam pembacaan nilai kapasitas kapasitor dan nilai tegangan.
 - c. Mengefisienkan waktu praktikum.

3. Bagi peneliti

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengalaman dalam pembuatan alat praktikum sehingga kedepannya dapat mengembangkan alat praktikum Fisika yang lainnya demi kemajuan ilmu pengetahuan.

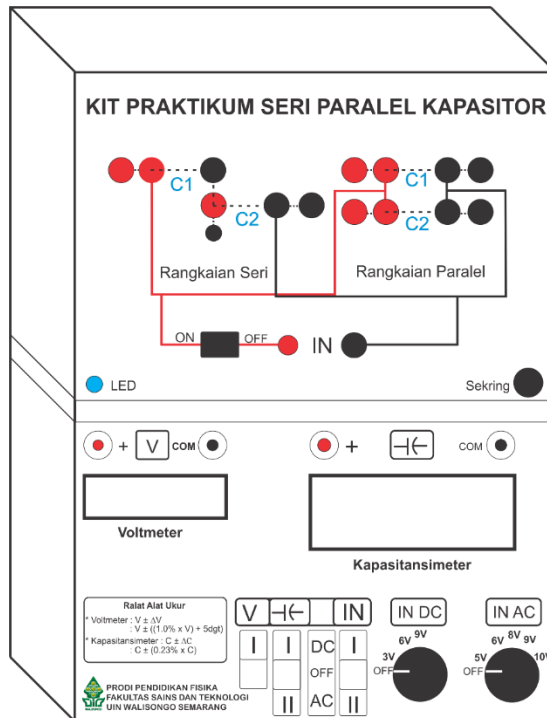
4. Bagi laboratorium

Penelitian ini dapat digunakan sebagai pembanding alat praktikum konvensional dengan alat pengembangan praktikum.

D. Spesifikasi Produk

Pengembangan alat praktikum Fisika Dasar II materi kapasitor berbasis *Arduino* dibuat dalam *box* yang terdiri dari voltmeter, kapasitansimeter berbasis *Arduino*, sumber

tegangan, papan rangkaian seri kapasitor, dan papan rangkaian paralel kapasitor. Spesifikasi produk dapat dilihat pada gambar 1.1.



Gambar 1.1 Desain produk yang akan dibuat

E. Asumsi Pengembangan

Asumsi pengembangan yang dilakukan oleh peneliti untuk pengembangan praktikum kapasitor adalah:

- a. Peneliti menggunakan *Arduino Uno* sebagai dasar pemrograman dari pembuatan kapasitansimeter.

- b. Peneliti menggunakan nilai μ Farad dalam kapasitansimeter yang dibuat.
- c. Nilai voltmeter dan kapasitansimeter ditampilkan pada LCD.

Pengembangan kapasitansimeter berbasis *Arduino* mempunyai batasan yaitu:

- a. Alat praktikum Fisika Dasar II materi kapasitor berbasis *Arduino* terbatas pada rangkaian seri dan rangkaian paralel kapasitor.
- b. Batasan besaran kapasitansimeter yang dibuat bernilai 0,1 μ Farad sampai 4.700 μ Farad.

BAB II

LANDASAN TEORI

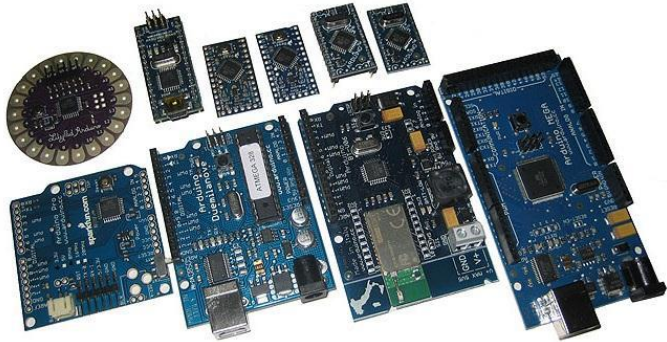
A. Deskripsi Teori

1. *Arduino*

Arduino dapat dikatakan sebagai *prototyping platform* yang berarti suatu alat yang dapat digunakan untuk menciptakan suatu karya dalam tahapan desain hingga dalam bentuk produk jadi. Melalui *Arduino* seseorang dapat berkreasi dan memberikan kemudahan dalam merealisasikan karya-karyanya dengan mudah. Didalam *Arduino* sudah dilengkapi dengan sistem IDE (*intergrated Development Environment*) yakni sistem yang membantu pengguna dalam menciptakan suatu aplikasi dengan menuliskan suatu *sketch*. Keuntungan yang dapat diperoleh jika seseorang menggunakan *Arduino*, yaitu (Junaidi and Prabowo, 2018):

- Harga relatif murah dibandingkan dengan mikrokontroler.
- *Arduino* dapat dijalankan pada berbagai sistem operasi.
- Bahasa pemrograman mudah dipahami

- Proyek *Arduino* sudah banyak, proyek-proyek yang sudah dibuat dapat diakses pada situs resmi *Arduino* (www.arduino.cc).



Gambar 2.1 Jenis-jenis *Arduino*
(Agung, 2014)

Arduino memiliki banyak jenis seperti *Arduino Uno*, *Arduino Due*, *Arduino Mega*, *Arduino Leonardo*, *Arduino Fio*, *Arduino LilyPad* dan *Arduino Nano*. Dari beberapa jenis *Arduino* seseorang sering menggunakan *Arduino Uno* dan *Arduino Nano*. *Arduino Uno* merupakan salah satu perangkat elektronik yang berlabel *Arduino* dimana didalamnya terdapat papan elektronik yang mengandung mikrokontroler ATmega328 (Kadir, 2013). Prosedur penggunaan *Arduino board* antara lain (Kadir, 2013):

- a) *Arduino board* dan kabel USB disiapkan.
- b) *Software Arduino* di download.

- c) *Arduino board* dihubungkan ke komputer.
- d) *Software Arduino* dibuka, proses membuka *software* ini yang paling utama dimana pengguna akan memasukan koding, jika semua koding sudah diinputkan ke dalam *software* maka koding/*sketch* ini terlebih dahulu disimpan dengan cara memilih menu *file*, *save as* dan memilih *save*. Proses selanjutnya adalah memverifikasi *sketch* (kompilasi), proses ini bertujuan untuk mengubah kode yang dipahami oleh manusia ke dalam kode *Arduino Uno*. Untuk melakukannya pengguna mengklik tombol *verify*. Langkah terakhir adalah mengunggah *sketch* dengan cara mengklik tombol *upload*. Langkah ini merupakan hasil akhir dari koding yang diinputkan, jika *sketch* tidak mengalami masalah maka *Arduino Uno* akan menerima dengan memberikan informasi berupa kalimat *Done uploading*.



Gambar 2.2 *Arduino Uno*

2. Kapasitor

Kapasitor merupakan piranti elektronik yang dapat menyimpan muatan listrik. Kemampuan kapasitor dalam menyimpan muatan listrik dapat diungkapkan dengan besaran yang disebut kapasitansi. Semakin besar nilai kapasitansi yang terdapat pada kapasitor, maka semakin besar pula kemampuan kapasitor untuk menyimpan muatan listrik (Abdullah, 2006). Al Quran menerangkan konsep muatan dalam surat Ar rad ayat 12 dan 13:

هُوَ الَّذِي يُرِيكُمْ الْبَرْقَ خَوْفًا وَطَمَعًا وَيُنَشِئُ السَّحَابَ
 الثِّقَالَ ﴿١٢﴾ وَيُسَبِّحُ الرَّعْدُ بِحَمْدِهِ وَالْمَلَائِكَةُ مِنْ خِيفَتِهِ
 وَيُرْسِلُ الصَّوَاعِقَ فَيُصِيبُ بِهَا مَنْ يَشَاءُ وَهُمْ يُجَدِلُونَ
 فِي اللَّهِ وَهُوَ شَدِيدُ الْمِحَالِ ﴿١٣﴾

12. Dialah yang memperlihatkan kilat kepadamu, yang menimbulkan ketakutan dan harapan, dan Dia menjadikan mendung.
13. Dan guruh bertasbih memuji-Nya, (demikian pula) para malaikat karena takut kepada-Nya, dan Allah melepaskan halilintar, lalu menimpakannya kepada siapa yang Dia kehendaki, sementara mereka berbantah-bantahan tentang Allah, dan Dia Maha keras siksaan-Nya.

Kilat, halilintar, dan awan merupakan pemandangan yang sudah dikenal dimasyarakat. Fenomen alam yang diperlihatkan oleh Allah SWT diciptakan berdasarkan aturan-aturan khusus. Salah satu fenomena kilat yang diperlihatkan kepada manusia akan memberikan rasa takut karena hal tersebut mengguncang perasaannya. Saat proses terjadinya kilatan terkadang memunculkan petir hal ini mengingatkan kembali pada banjir besar yang pernah

terjadi, namun manusia juga mengharapkan hujan lebat yang dapat menghidupkan tanah yang mati dan mengalirkan sungai-sungai (Quthb, 2003).

Peristiwa petir memiliki kaitan erat dengan fisika. Proses terjadinya petir dapat diibaratkan seperti kapasitor yang dapat menyimpan energi sesaat. Kapasitor memiliki dua lempeng. Lempeng pertama dimisalkan awan (bisa bermuatan positif atau negatif) dan lempeng kedua bermuatan netral (dianggap bumi).

Terbentuknya awan dapat dimulai jika udara yang mengandung air bergerak ke atas. Pada daerah yang lebih tinggi tekanan dan suhu atmosfer akan lebih rendah sehingga udara yang memiliki kandungan uap air akan mengembang dan menjadi dingin. awan *cummulonimbus* merupakan awan yang dapat mengakibatkan petir, pada awan ini akan terjadi pemisahan muatan (polarisasi). Pemisahan muatan diakibatkan oleh adanya angin keras. Angin keras ke atas (*updraft*) membawa butiran butiran air yang terdapat pada awan ke daerah yang suhunya sangat rendah sedangkan angin keras ke bawah membawa bongkahan-bongkahan es ke daerah yang lebih rendah. Jika butiran air dan bongkahan es terbentur, maka akan dilepaskan panas yang dapat membuat ukuran

bongkahan-bongkahan es menjadi lebih kecil (*soft hail/graupels*). Bongkahan es yang lebih kecil ini kemudian berbenturan dengan partikel air dan es sehingga terjadi fenomena listrik statis yaitu terlepasnya elektron (muatan negatif) pada *graupels* sedangkan muatan positif cenderung diam karena massanya yang lebih besar sehingga kecepatannya lebih kecil. Melalui awan yang bermuatan inilah timbul muatan induksi pada permukaan bumi hingga timbul medan listrik. Jika dimensi bumi dianggap rata terhadap awan maka awan dan bumi dapat dianggap dua plat kondensator. Jika medan listrik melebihi kekuatan dielektrik udara, maka akan terjadi pelepasan muatan atau yang disebut dengan petir (Gulton, 2008).

Jika sebuah kapasitor dapat menyimpan muatan (Q) saat dihubungkan dengan beda potensial (v) maka nilai kapasitas kapasitor (C) dapat didefinisikan sebagai persamaan (2.1) (Abdullah, 2007):

$$C = \frac{Q}{v} \quad (2.1)$$

Satuan Internasional dari kapasitansi kapasitor melalui persamaan (2.1) adalah coulomb/volt dengan satuan khusus yang disebut Farad (F). Satuan tersebut digunakan untuk menghormati ilmuwan yang bernama Michael Faraday yang telah membantu

mengembangkan konsep kapasitansi. Kapasitor sering dijumpai dalam rangkain elektronika antara lain didalam sebuah TV, *charger Handphone*, *charger Laptop* hingga panel surya. Sehingga materi kapasitor dimunculkan dalam pelajaran Fisika (Alexander and Sadiku, 2009).

Persamaan (2.1) merupakan persamaan umum kapasitor. Persamaan (2.1) dapat diungkapkan seperti berikut:

$$i(t) = C \frac{dv}{dt} \quad (2.2)$$

Dimana i adalah arus yang mengalir pada kapasitor, dan t merupakan waktu, (Hayat, Kimmely and Durbin, 2005). Jika persamaan (2.2) disederhanakan maka di dapatkan:

$$dv = \frac{1}{C} i(t) dt \quad (2.3)$$

Jika Persamaan (2.3) di integralkan dengan batas t_0 sampai t serta tegangan $v(t_0)$ dan $v(t)$ maka akan di dapat:

$$\int_{t_0}^t dv = \int_{t_0}^t \frac{1}{C} i(t') dt' \quad (2.4)$$

$$v(t) - v(t_0) = \frac{1}{C} \int_{t_0}^t i(t') dt' \quad (2.5)$$

$$v(t) = \frac{1}{C} \int_{t_0}^t i(t') dt' + v(t_0) \quad (2.6)$$

Persamaan (2.6) jika dituliskan dalam bentuk integral tanpa batas ditambah sebuah konstanta (k) integrasi akan di dapat :

$$v(t) = \frac{1}{C} \int i dt + k \quad (2.7)$$

Berbagai permasalahan praktis nilai tegangan awal ($v(t_0)$) sangat kecil sehingga dapat dianggap nol. Untuk memperhitungkannya maka dapat diambil nilai $t_0=0$ dan $v(t_0)=0$, sehingga persamaan yang baru menjadi:

$$v(t) = \frac{1}{C} \int_0^t i dt \quad (2.8)$$

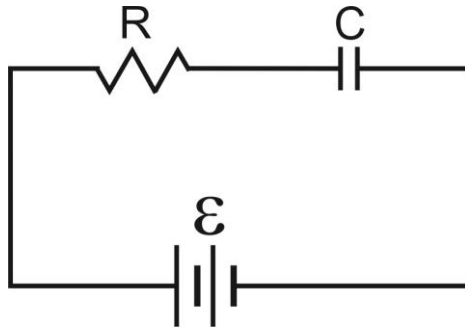
Karena integral arus sepanjang sebuah interval waktu sama dengan jumlah muatan yang bergerak pada plat kapasitor selama periode waktu maka persamaan (2.8) dapat diubah menjadi:

$$Q(t) = Cv(t) \quad (2.9)$$

Pada kapasitor terdapat dua peristiwa penting yaitu pengosongan dan pengisian. Arus yang berhubungan pada peristiwa tersebut akan mengecil dengan waktu sehingga disebut arus transien, yang berarti arus yang hanya timbul sebentar. Jika Kapasitor terbuat dari dua plat konduktor yang sejajar, dimana plat tersebut

mempunyai luas= A , kedua plat dipisahkan oleh suatu isolator yang berjarak= d , dan permitivitas dielektrik= ϵ , maka nilai kapasitas kapasitor dapat ditulis dengan persamaan (2.10) (Sutrisno, 1986).

$$C = \frac{\epsilon A}{d} \quad (2.10)$$



Gambar 2.3 Rangkaian RC

Jika sebuah kapasitor C , Resistor R , dan sumber tegangan ϵ yang dirangkai secara seri seperti gambar 2.3, maka beberapa saat kemudian, di dalam kapasitor akan terkumpul muatan yang dapat ditulis dengan:

$$Q(t) = Cv(t) \quad (2.11)$$

Terkumpulnya muatan pada kapasitor tidaklah langsung terisi penuh melainkan membutuhkan waktu. Proses terisinya penuh muatan pada kapasitor inilah yang disebut sebagai proses pengisian kapasitor.

Melalui penerapan *Kirchhoff's voltage law* rangkaian RC pada gambar 2.3 dapat di tulis dengan:

$$\varepsilon - v_R - v_C = 0 \quad (2.12)$$

$$\varepsilon - (i(t)R) - \left(\frac{Q(t)}{C} \right) = 0 \quad (2.13)$$

$$\varepsilon = (i(t)R) + \left(\frac{Q(t)}{C} \right) \quad (2.14)$$

Karena $i(t) = \frac{dQ}{dt}$, maka persamaan (2.14) dapat ditulis menjadi:

$$\varepsilon = \left(\frac{dQ}{dt} R \right) + \frac{Q(t)}{C} \quad (2.15)$$

$$\varepsilon - \frac{Q(t)}{C} = \frac{dQ}{dt} R \quad (2.16)$$

Jika persamaan (2.16) di kalikan dengan C maka berubah menjadi:

$$C \left(\varepsilon - \frac{Q(t)}{C} \right) = C \left(\frac{dQ}{dt} R \right) \quad (2.17)$$

$$C\varepsilon - Q(t) = RC \left(\frac{dQ}{dt} \right) \quad (2.18)$$

Persamaan (2.18) kemudian dikalikan dengan $\frac{dt}{RC}$ dan di sederhanakan sehingga persamaan yang baru menjadi:

$$\frac{dt}{RC}(C\varepsilon - Q(t)) = \frac{dt}{RC} RC \left(\frac{dQ}{dt} \right) \quad (2.19)$$

$$\frac{dt}{RC}(C\varepsilon - Q(t)) = dQ \quad (2.20)$$

$$\frac{dt}{RC} = \frac{dQ}{(C\varepsilon - Q(t))} \quad (2.21)$$

$$\int \frac{dt}{RC} = \int \frac{dQ}{(C\varepsilon - Q(t))} \quad (2.22)$$

$$\frac{t}{RC} + A = \int \frac{dQ}{(C\varepsilon - Q(t))} \quad (2.23)$$

Dimana A adalah sebuah konstanta (tetapan). Untuk mengintegrasikan sisi kanan dari persamaan (2.23) maka dimisalkan $u = C\varepsilon - Q$ sehingga hasilnya adalah:

$$\frac{du}{dQ} = -1 \quad (2.23 \text{ a})$$

$$dQ = -du \quad (2.23 \text{ b})$$

$$\int \frac{dQ}{(C\varepsilon - Q(t))} = - \int \frac{du}{u} \quad (2.23 \text{ c})$$

$$\int \frac{dQ}{(C\varepsilon - Q(t))} = -(\ln u + D) \quad (2.23 \text{ d})$$

$$\int \frac{dQ}{(C\varepsilon - Q(t))} = -\ln u - D \quad (2.23 \text{ e})$$

Dimana D adalah konstanta (tetapan). Hasil integral dari persamaan (2.23 e) selanjutnya di substitusikan kedalam persamaan (2.23), didapatkan:

$$\frac{t}{RC} + A = -\ln u - D \quad (2.24)$$

Jika $u = C\varepsilon - Q$ di substitusikan kedalam persamaan (2.24) maka berubah menjadi:

$$\frac{t}{RC} + A + D = -\ln(C\varepsilon - Q(t)) \quad (2.25)$$

Persamaan (2.25) kemudian dikalikan dengan -1 sehingga berubah menjadi:

$$-\frac{t}{RC} - A - D = \ln(C\varepsilon - Q(t)) \quad (2.26)$$

Jika persamaan (2.26) diekspensialkan, maka akan didapatkan:

$$e^{\left(-\frac{t}{RC} - A - D\right)} = (C\varepsilon - Q(t)) \quad (2.27)$$

$$e^{(-A-D)} e^{\left(-\frac{t}{RC}\right)} = (C\varepsilon - Q(t)) \quad (2.28)$$

Jika $B = e^{(-A-D)}$, maka persamaan (2.28) akan berubah menjadi:

$$Be^{\left(-\frac{t}{RC}\right)} = C\varepsilon - Q(t) \quad (2.29)$$

Jika persamaan (2.29) dilakukan penyederhanaan maka berubah menjadi:

$$Q(t) = C\varepsilon - Be^{\left(-\frac{t}{RC}\right)} \quad (2.30)$$

Jika dalam keadaan awal kapasitor belum terisi maka $t = 0$ dan $Q = 0$, maka dapat ditentukan nilai B :

$$0 = C\varepsilon - Be^{\left(-\frac{0}{RC}\right)} \quad (2.31)$$

$$B = C\varepsilon \quad (2.32)$$

Karena $B = C\varepsilon$, maka dapat di substitusikan kedalam persamaan (2.30) sehingga persamaannya menjadi:

$$Q(t) = C\varepsilon - C\varepsilon e^{\left(-\frac{t}{RC}\right)} \quad (2.33)$$

$$Q(t) = C\varepsilon \left(1 - e^{\left(-\frac{t}{RC}\right)}\right) \quad (2.34)$$

Persamaan (2.34) selanjutnya dikalikan dengan $\frac{1}{C}$

maka didapatkan:

$$\frac{Q(t)}{C} = \varepsilon \left(1 - e^{\left(-\frac{t}{RC}\right)}\right) \quad (2.35)$$

Karena $v(t) = \frac{Q(t)}{C}$ maka persamaan (2.35) menjadi:

$$v(t) = \varepsilon \left(1 - e^{\left(-\frac{t}{RC}\right)}\right) \quad (2.36)$$

Karena

$$i(t) = \frac{dQ}{dt} \quad (2.37)$$

$$i(t) = \frac{d(Cv(t))}{dt} \quad (2.38)$$

Jika persamaan (2.36) di substitusikan kedalam persamaan (2.38) maka akan di dapatkan:

$$i(t) = C \frac{d \left(\varepsilon \left(1 - e^{\left(-\frac{t}{RC} \right)} \right) \right)}{dt} \quad (2.39)$$

$$i(t) = C \frac{d \left(\varepsilon - \varepsilon e^{\left(-\frac{t}{RC} \right)} \right)}{dt} \quad (2.40)$$

$$i(t) = C \left(\frac{d\varepsilon}{dt} - \frac{d \left(\varepsilon e^{\left(-\frac{t}{RC} \right)} \right)}{dt} \right) \quad (2.41)$$

$$i(t) = C \left(- \frac{d \left(\varepsilon e^{\left(-\frac{t}{RC} \right)} \right)}{dt} \right) \quad (2.42)$$

$$i(t) = C \left(-\varepsilon \left(-\frac{1}{RC} \right) \left(e^{\left(-\frac{t}{RC} \right)} \right) \right) \quad (2.43)$$

$$i(t) = \varepsilon \frac{1}{R} e^{\left(-\frac{t}{RC} \right)} \quad (2.44)$$

$$i(t) = \frac{\varepsilon}{R} e^{\left(-\frac{t}{RC} \right)} \quad (2.45)$$

jika $t = RC$, maka persamaan (2.45) dapat ditulis menjadi:

$$i(t = RC) = \frac{\varepsilon}{R} e^{\left(-\frac{RC}{RC} \right)} \quad (2.46)$$

$$i(t = RC) = \frac{\varepsilon}{R} e^{(-1)} \quad (2.47)$$

$$i(t = RC) = \frac{\varepsilon}{eR} \quad (2.48)$$

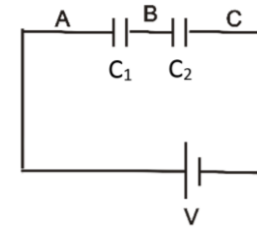
Waktu $t=RC$ inilah yang disebut sebagai tetapan waktu. Tetapan waktu dapat ditulis dengan:

$$t = RC \quad (2.49)$$

Nilai kapasitor yang diinginkan oleh konsumen tidak semuanya ada di pasar. Namun ada cara untuk mendapatkan nilai kapasitansi kapasitor yang diinginkan, yaitu dengan merangkai beberapa kapasitor sehingga menghasilkan nilai akhir yang diinginkan.

Kapasitor dapat dirangkai menjadi dua rangkaian yaitu (Abdullah, 2006):

- a. Rangkaian Seri, jika terdapat dua kapasitor yaitu C_1 dan C_2 dirangkai secara seri maka akan terlihat seperti Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Rangkaian seri.

Pada rangkaian yang disusun secara seri nilai muatan pada masing masing kapasitor sama besar seperti pada persamaan (2.50).

$$Q_{tot} = Q_1 = Q_2 \quad (2.50)$$

Sedangkan tegangan total pada kapsitor merupakan penjumlahan kedua tegangan tersebut ditulis seperti pada persamaan (2.51).

$$V_{tot} = V_1 + V_2 \quad (2.51)$$

Maka nilai kapasitas totalnya didapatkan:

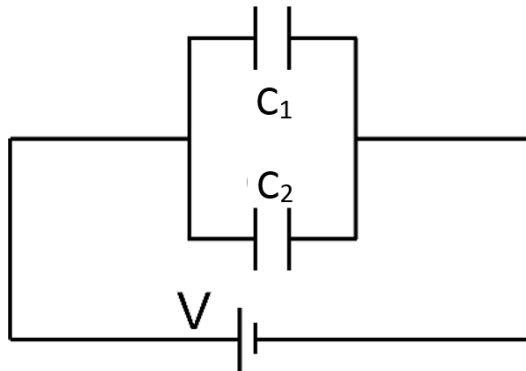
$$V_{tot} = V_1 + V_2 \quad (2.52)$$

$$\frac{Q_{tot}}{C_{tot}} = \frac{Q_1}{C_1} + \frac{Q_2}{C_2} \quad (2.53)$$

$$\frac{1}{C_{tot}} Q = Q \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right) \quad (2.54)$$

$$\frac{1}{C_{tot}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \quad (2.55)$$

- b. Rangkaian Paralel, Jika terdapat dua kapasitor yang masing masing di beri identitas C_1 dan C_2 kemudian dirangkai secara paralel maka akan terlihat seperti Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Rangkaian paralel.

Terdapat ciri utama rangkaian paralel kapasitor yang ditunjukkan persamaan berikut:

$$V_{tot} = V_1 = V_2 \quad (2.56)$$

$$Q_{tot} = Q_1 + Q_2 \quad (2.57)$$

Berdasarkan persamaan (2.56) dan (2.57) maka dapat diungkapkan nilai kapasitas kapasitor pada rangkaian paralel ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$Q_{tot} = Q_1 + Q_2 \quad (2.58)$$

$$C_{tot} V_{tot} = (C_1 V_1) + (C_2 V_2) \quad (2.59)$$

$$C_{tot} V = V (C_1 + C_2) \quad (2.60)$$

$$C_{tot} = C_1 + C_2 \quad (2.61)$$

3. Kapasitansimeter

Kapasitansimeter merupakan alat yang digunakan khusus dalam pengukuran nilai kapasitansi kapasitor. Kapasitansimeter biasanya terdapat pada LCR (Induktor, Kapasitor, dan Resistor) meter dan Multimeter.

Pengukuran kapasitansi pada multimeter digital dapat dilakukan dengan langkah-langkah berikut (Kho, *no date*) :

- a. Aturlah selektor multimeter digital ke tanda simbol kapasitor.
- b. Tentukan kapasitor yang ingin diukur.
- c. Hubungkan probe multimeter ke kaki-kaki kapasitor.

- d. Baca nilai kapasitansi kapasitor pada layar *seven segment*.

4. Praktikum

Menurut kamus besar bahasa Indonesia praktikum adalah bagian dari pengajaran yang bertujuan agar siswa mendapat kesempatan untuk menguji dan melaksanakan di keadaan nyata apa yang diperoleh dalam teori. Kegiatan praktikum tidak terlepas dari pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). Pentingnya kegiatan praktikum bagi seseorang antara lain dapat membangkitkan motivasi belajar khususnya IPA, mengembangkan keterampilan-keterampilan dasar melaksanakan eksperimen, praktikum menjadi wahana belajar pendekatan ilmiah, dan yang terakhir pentingnya kegiatan praktikum adalah menunjang pemahaman materi pelajaran (Woolnough and Allsop, 1985).

Segala sesuatu pasti ada kelebihan dan kekurangan begitu juga dengan praktikum. Praktikum memiliki kelebihan, yaitu: siswa akan lebih percaya atas kesimpulan yang mereka dapat setelah melakukan praktikum; dapat menumbuhkan sikap saling bekerja sama, jujur, terbuka, kritis dan bertoleransi; siswa

belajar lebih banyak melalui pengamatan dari apa yang dilakukan; mengembangkan sikap ilmiah; dan hasil belajar akan bertahan lama serta terjadi proses internalisasi. Sedangkan kekurangan dari kegiatan praktikum itu sendiri ada empat, yaitu memerlukan fasilitasi bahan dan alat yang tak mudah di dapat dan harganya tidak selalu murah; ada beberapa faktor yang menyebabkan kegiatan praktikum tidak sesuai dengan hasil yang diharapkan; tidak semua materi dapat dilaksanakan praktikum; dan kegiatan praktikum menuntut penguasaan perkembangan materi, fasilitas peralatan dan bahan (Sagala, 2005).

B. Kajian Pustaka

Kajian pustaka dapat dikatakan sebagai literatur yang relevan dimana topik yang dibahas membahas bidang tertentu (Setyosari, 2015). Bagi seseorang peneliti kajian pustaka ini sangat penting, hal ini berguna untuk menambah wawasan atau literatur untuk mendukung suatu penelitian yang akan dilakukan. Pada penelitian pengembangan ini kajian pustaka antara lain:

1. Penelitian yang dilakukan oleh Ahmad Saudi Samosir (2016) yang berjudul Implementasi Alat Ukur Kapasitansi Digital (*Digital Capacitance Meter*)

berbasis Mikrokontroler. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sebuah alat ukur kapasitansi secara digital berbasis mikrokontroler dengan memanfaatkan sifat mikrokontroler yang fleksibel dan dapat diprogram ulang. Hasil yang didapat bahwa alat ukur kapasitansi yang dibuat menunjukkan hasil yang baik tidak jauh berbeda dengan hasil pengukuran menggunakan LCR meter yang terdapat di laboratorium jurusan teknik elektro Universitas Lampung. Namun pada penelitian ini alat yang dibuat hanya bisa mengukur pada satuan nano Farad. Persamaan penelitian yang dilakukan oleh Ahmad Saudi Samosir dengan peneliti adalah sama sama mengembangkan suatu alat ukur kapasitansimeter sedangkan perbedaannya adalah peneliti mengembangkan kapasitansimeter berbasis *Arduino* dengan skala $0,1 \mu\text{ Farad}$ sampai $4.700 \mu\text{ Farad}$ sedangkan yang dilakukan oleh Ahmad samosir mengembangkan kapasitansimeter berbasis mikrokontroler dengan skala pengukuran 1 nano farad sampai 470 nano farad.

2. Penelitian yang dilakukan Sulis Priyanto (2017) memiliki kesamaan pada implementasi *Arduino* pada alat praktikum. Judul pada penelitian tersebut adalah

Pengembangan Alat Praktikum Momen Inersia berbasis *Arduino Uno R3* di Laboratorium Terpadu UIN Sunan Kalijaga, hasil yang didapatkan alat yang dikembangkan lebih baik dibandingkan dengan alat sebelum dikembangkan. Kualitas alat yang dikembangkan termasuk dalam kategori sangat baik (SB) yang berdasarkan penilaian ahli media dan PLP dengan skor rata-rata 3,89 dan 3,67, dapat disimpulkan bahwa *Arduino Uno* memiliki kontribusi tersendiri dalam mengembangkan alat-alat praktikum yang lebih baik. Persamaan penelitian yang dilakukan oleh Sulis Priyanto dengan peneliti adalah sama-sama mengembangkan alat praktikum yang berbasis *Arduino* sedangkan perbedaannya adalah peneliti mengembangkan alat praktikum kapasitor yang berbasis *Arduino Uno* sedangkan yang dilakukan oleh Sulis Priyanto mengembangkan alat praktikum momen inersia berbasis *Arduino Uno R3*.

3. Penelitian Septian Jati Tarandono dan Bambang Suprianto (2016) dalam jurnal yang berjudul Pengembangan Kit Tester Komponen Elektronika berbasis Mikrokontroler ATmega168 sebagai Media Pembelajaran pada Standar Kompetensi Dasar-Dasar Elektronika di SMK Negeri 2 Lamongan. Pada

penelitian tersebut dijelaskan bahwa tujuan dilaksanakannya penelitian antara lain menghasilkan media kit *tester* komponen elektronika dan *jobsheet*; mengetahui tingkat ketelitian kit *tester* komponen elektronika; mengetahui tingkat kelayakan media kit *tester* dan *jobsheet*; dan untuk mengetahui respon siswa terhadap kit *tester* komponen elektronika dan *jobsheetnya*. Hasil yang didapat bahwa tingkat ketelitian kit *tester* dalam pengukuran komponen elektronika mencapai 97,42%, hasil validasi yang diperoleh rata-rata mencapai 83,13% dan kit *tester* mendapat respon positif dalam kategori baik. Hal ini menunjukkan bahwa media pembelajaran kit *tester* sangat layak digunakan. Persamaan penelitian yang dilakukan oleh Septian Jati Trandono dan Bambang Suprianto dengan peneliti adalah sama sama mengembangkan media pembelajaran dalam dunia elektronika sedangkan perbedaannya adalah peneliti mengembangkan media pembelajaran khusus dalam materi rangkaian seri-paralel kapasitor yang mempunyai dua alat ukur yaitu voltmeter dan kapasitansimeter sedangkan yang dilakukan oleh Septian Jati Trandono dan Bambang Suprianto mengembangkan media pembelajaran berupa kit

tester komponen elektronika yang digunakan sebagai pengenalan alat ukur dalam Standar Kompetensi Dasar-Dasar Elektronika

4. Penelitian yang berjudul Rancang Bangun Alat Ukur Kapasitor dan Induktor Digital yang dilakukan oleh Muchamad Taufik(2017). Pada penelitian tersebut dihasilkan suatu alat ukur yang dapat digunakan untuk mengukur kapsitor maupun induktor. Pembuatan alat ukur dilatar belakangi oleh mahasiswa yang melakukan penelitian dibidang pemancar dan antenna kesulitan dalam mengetahui nilai kapasitor dan induktor sehingga dibuat alat ukur kapsitor dan induktor yang berbantuan mikrokontroller PIC16F628. Terdapat kekurangan pada alat ukur tersebut yang hanya bisa mengukur nilai kapasitor antara 1pF sampai dengan 0,9 μF sedangkan untuk mengukur nilai induktor hanya mampu digunakan dari μH sampai dengan 100 mH. Persamaan penelitian yang dilakukan oleh Muchamad Taufik dengan peneliti adalah sama sama mengembangkan alat ukur kapasitansimeter sedangkan perbedaannya adalah peneliti mengembangkan kapasitansimeter berbasis *Arduino* yang dapat mengukur dalam skala skala 0,1 μ Farad sampai 4.700 μ Farad sedangkan yang dilakukan

Muchamad Taufik mengembangkan kapasitansimeter berbasis mikrokontroller yang dapat mengukur nilai kapasitor antara 1pF sampai dengan 0,9 μF .

C. Kerangka Berpikir

Pembelajaran adalah proses interaksi peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar. Salah satu cara agar pembelajaran pada materi tertentu dapat mudah diterima oleh peserta didik dengan menggunakan media pembelajaran, selain membantu peserta didik mudah menerima materi yang diajarkan media juga dapat memotivasi peserta didik mengintegrasikan dan mendemonstrasikan apa yang sudah dipelajari selama pembelajaran berlangsung.

Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) yang merambah di dunia pendidikan baik berupa audio, visual dan audio visual dapat membantu proses pembelajaran berlangsung. Namun beberapa materi pokok pembelajaran yang terdapat di sekolah ataupun di perguruan tinggi masih belum menerapkan kemajuan IPTEK salah satunya yang terjadi pada praktikum Fisika Dasar II materi Kapasitor, pada materi tersebut penggunaan alat dan bahan masih bersifat konvensional termasuk penggunaan multimeter analog sehingga hasil

yang didapat kurang efektif. Oleh karena itu, peneliti mengembangkan alat praktikum Fisika Dasar II materi kapasitor berbasis *Arduino*.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Model Pengembangan

Penelitian pengembangan atau biasa disebut dengan *Research and Development (R&D)* merupakan salah satu metode penelitian berguna dalam menghasilkan produk yang lebih efektif dari sebelumnya. Sugiyono (2009) berpendapat bahwa produk yang sudah dihasilkan diperlukan dua tahapan penelitian yaitu penelitian survei yang berfungsi untuk menganalisis kebutuhan dan penelitian yang bersifat eksperimen artinya produk tersebut sudah efektif dan berfungsi di masyarakat luas atau tidak. Lebih lanjut Sukmadinata (2008) berpendapat bahwa penelitian pengembangan merupakan bentuk penelitian yang menghasilkan pengembangan produk yang sebelumnya sudah ada, produk bisa berupa *software*, *hardware*, buku, modul, paket, program pembelajaran ataupun alat bantu belajar.

Sama halnya dengan penelitian yang lainnya penelitian pengembangan memiliki beberapa tahapan, menurut Borg dan Gall (1983) dikutip dari jurnal *Research and Development (R&D)* sebagai salah satu Model Penelitian dalam Bidang Pendidikan oleh Sri Haryanti

mengemukakan bahwa penelitian pengembangan memiliki 10 tahapan, yaitu:

1. *Research and information collection*, yaitu studi literatur yang berkaitan dengan permasalahan yang dikaji.
2. *Planning*, penyusunan rencana penelitian yang meliputi merumuskan kecakapan dan keahlian yang berkaitan dengan permasalahan, menentukan tujuan yang akan di capai pada setiap tahapan, desain atau langkah-langkah penelitian dan melaksanakan studi kelayakan secara terbatas
3. *Develop preliminary form of product*, mengembangkan bentuk permulaan dari produk yang akan dihasilkan.
4. *Preliminary filed testing*, melakukan uji coba awal . Pada tahapan ini dapat menggunakan angket, wawancara ataupun observasi untuk mengumpulkan dan menganalisis data. Uji coba awal dapat dilakukan 1-3 sekolah dengan melibatkan 6-12 subjek.
5. *Main product revision*, produk yang sudah dihasilkan dan dilakukan uji coba maka diperlukan perbaikan atau revisi sesuai dengan hasil yang didapatkan pada uji coba awal/skala kecil. Hasil uji

coba lapangan sebelumnya dapat memberikan informasi kualitatif mengenai produk yang dikembangkan sehingga terdapat kekurangan produk untuk di terjunkan pada masyarakat luas untuk diperbaiki kembali.

6. *Main field testing*, artinya uji coba produk dimana skalanya lebih besar dari pada uji coba awal. Pengumpulan data dapat dilakukan secara kuantitatif. Uji coba pada tahapan ini dapat dikatakan sebagai perancangan penelitian eksperimen. Subjek yang digunakan pada tahapan ini bisa dilakukan sebanyak 5-15 sekolah dengan melibatkan 30-100 subjek.
7. *Operational product revision*, tahapan ini memiliki tujuan untuk menentukan tingkat keberhasilan produk yang sudah dilakukan revisi kemudian di uji cobakan di lapangan apakah sudah berhasil dalam mencapai tujuannya. Tahapan ini juga dapat menjadikan bahan perbaikan agar produk yang dihasilkan benar benar sempurna atau nilai kekurangan dari produk tersebut sudah diminimalisir.
8. *Operational field testing*, yaitu suatu bentuk uji validasi terhadap produk yang sudah dilakukan

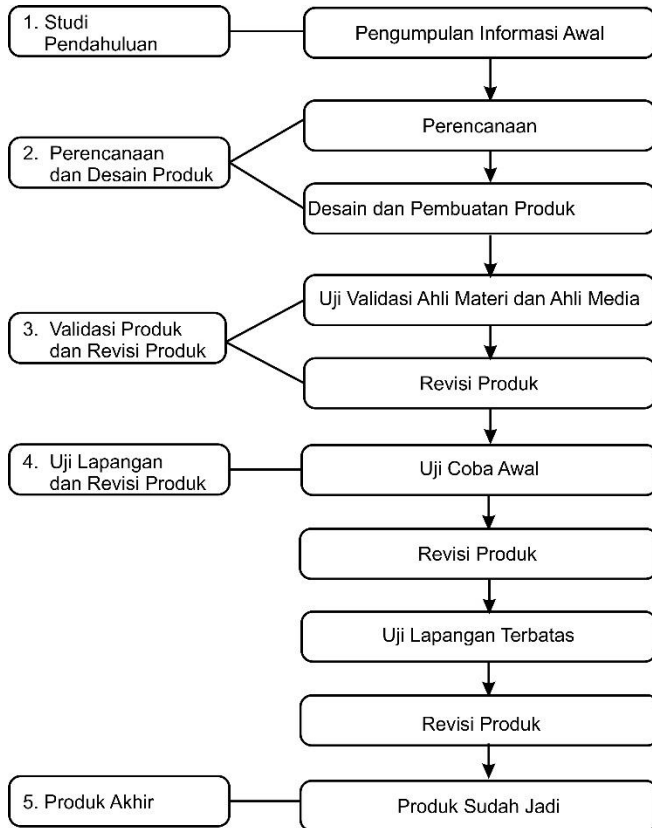
revisi, pada dasarnya jika peneliti menginginkan produk untuk lebih sempurna maka dapat dilakukan uji lapangan, skala yang digunakan untuk mendapatkan informasi yang lebih valid menggunakan subjek sejumlah 40-200 subjek atau melibatkan 10-30 sekolah.

9. *Final product revision*, berdasarkan uji lapangan dengan skala yang sangat besar maka didapatkan informasi yang sangat berharga sehingga produk yang dihasilkan nantinya benar-benar dikatakan valid.
10. *Dissemination and implementation*, tahapan terakhir menurut Borg dan Golg yang dapat disebarluaskan kepada khalayak/masyarakat luas, terutama produk yang dihasilkan diimplentasikan pada bidang apa.

Berdasarkan tahapan-tahapan yang dijelaskan, maka peneliti menggunakan metode dalam mengembangkan produk menurut Borg and Golg. Model pengembangan penelitian ini mengacu pada Borg dan Golg yang selanjutnya diringkaskan menjadi lima tahapan, yaitu Studi Pendahuluan, Perencanaan dan Pengembangan, Validasi Produk dan Revisi Produk, Uji Lapangan dan Revisi Produk, dan Produk Akhir.

B. Prosedur Pengembangan

Prosedur pengembangan pada penelitian ini menggunakan langkah-langkah yang dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Bagan Prosedur Pengembangan

Langkah-langkah penelitian pada gambar 3.1 dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Studi Pendahuluan, langkah awal dalam studi pendahuluan dapat menggunakan pengumpulan informasi atau menemukan masalah yang dihadapi. Pada praktikum Fisika Dasar II didapatkan informasi dari mahasiswa praktikan angkatan 2016 dan 2017 bahwasanya untuk nilai kapasitansi kapasitor tidak diukur terlebih dahulu hanya mengacu pada nilai yang sudah ada pada label kapsitor kemudian untuk mengukur nilai tegangan menggunakan multimeter analog.
2. Perencanaan dan desian produk, Perencanaan perancangan produk meliputi penentuan alat dan bahan serta membuat desain produk. Jika semua tahap sudah dilaksanakan proses selanjutnya adalah pembuatan produk dan pengujian oleh peneliti.
3. Validasi dan Revisi Produk, produk yang sudah dibuat sebelum diujikan ke lapangan terlebih dahulu dilakukan validasi/uji kelayakan produk yang terdiri atas uji ahli media dan ahli materi. Jika hasil penilaian produk yang digunakan memerlukan revisi, maka produk harus direvisi sebelum diuji lapangan.
4. Uji Lapangan dan Revisi Produk, Uji lapangan disini terbagi menjadi dua yaitu uji coba awal dan uji lapangan skala terbatas. Uji coba awal ditunjukan

kepada mahasiswa praktikan yang sudah pernah melakukan praktikum kapasitor menggunakan alat konvensional kemudian melakukan praktikum kembali menggunakan produk yang sudah dibuat, uji coba awal terdiri atas 2 kelompok yang masing masing kelompok sebanyak 2 orang dan 3 orang sehingga sampel yang digunakan berjumlah 5 orang, setelah dilakukan uji coba awal selanjutnya dilakukan revisi terhadap produk yang dibuat. Tahap selanjutnya melakukan uji lapangan terbatas, sampel yang digunakan adalah praktikan yang terbaru (belum pernah melakukan percobaan praktikum Seri-Paralel Kapasitor) dengan jumlah sampel sebanyak 10 orang.

5. Produk Akhir, hasil akhir produk yang sudah dilakukan pengujian ahli materi, ahli media dan uji lapangan.

C. Subjek Penelitian

Subjek pada penelitian pengembangan alat praktikum Fisika Dasar II materi kapasitor berbasis *Arduino* yang dipilih adalah mahasiswa Jurusan Fisika angkatan 2016 dan mahasiswa Jurusan Fisika angkatan 2017 untuk studi pendahuluan yang sudah pernah melakukan praktikum kapasitor secara konvensional. Subjek berikutnya yaitu mahasiswa jurusan fisika angkatan 2017 yang dijadikan

subjek dalam uji coba awal. Uji lapangan terakhir adalah uji lapangan terbatas subjek yang dipilih adalah mahasiswa Jurusan Fisika angkatan 2018. Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini adalah *sampling purposive*. Teknik ini dipilih karena ada pertimbangan tertentu (Sugiyono, 2015).

D. Teknik Pengumpulan Data

Pada penelitian pengembangan ini teknik pengumpulan data terdiri atas:

1. Teknik Wawancara

Teknik wawancara dilakukan saat melakukan studi pendahuluan. Pada teknik ini yang dijadikan responden adalah asisten praktikum kapasitor tahun 2019 dan mahasiswa praktikan.

2. Teknik Angket

Teknik yang digunakan untuk mengumpulkan data dimana responden akan diberi berupa pernyataan atau pertanyaan secara tertulis untuk dijawab. Pertanyaan dalam teknik angket ini bersifat tertutup artinya responden diharapkan menjawab dengan singkat atau memilih salah satu pilihan jawaban yang sudah tersedia.

Peneliti menggunakan teknik angket bertujuan untuk menganalisis seberapa layak produk yang diujikan, teknik angket ini diberikan kepada mahasiswa angkatan 2017 dan 2018, tim ahli materi serta tim ahli media.

3. Teknik Observasi

Peneliti menggunakan teknik observasi ketika praktikum Fisika Dasar II khususnya materi kapasitor hal ini bertujuan untuk melihat situasi kondisi serta praktikan dalam melakukan praktikum kapasitor.

4. Teknik Dokumentasi

Teknik dokumentasi merupakan teknik dari semua kegiatan peneliti untuk dijadikan lampiran yang dapat berupa foto atau lembar jawaban angket dari responden. Peneliti menggunakan teknik dokumentasi mulai dari observasi, penyebaran angket, pembuatan produk sampai pengambilan data praktikum oleh mahasiswa praktikan.

E. Teknik Analisis Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua yaitu data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif didapat dari teknik pengambilan data secara observasi dan dokumentasi sedangkan data kuantitatif

didapat dari pengambilan berdasarkan penyebaran angket, dari penyebaran angket ini dapat ditarik sebuah kesimpulan mengenai kualitas produk yang dibuat.

Kualitas produk untuk penilaian dari validasi ahli dapat dianalisis dengan langkah-langkah berikut ini:

1. Angket disebarakan kemudian dianalisis untuk menghitung skor rata-rata dari setiap aspek yang dinilai dengan menggunakan Persamaan rumus 3.1 :

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} \quad (3.1)$$

Keterangan :

\bar{X} = Skor rata-rata penilaian angket

$\sum X$ = Jumlah skor yang diperoleh

n = Banyaknya data

2. Hasil yang didapatkan dihitung nilai rata-rata dari setiap aspek yang dinilai. Selanjutnya nilai rata-rata diubah menjadi data kualitatif menggunakan Persamaan 3.2 :

$$\text{Jarak Interval(i)} = \frac{\text{skor tertinggi} - \text{skor terendah}}{\text{jumlah kelas interval}} = \frac{4-1}{4} = 0,75 \quad (3.2)$$

Sehingga diperoleh kategori penelitian pengembangan alat praktikum Fisika Dasar II materi kapasitor berbasis *Arduino* yang ditampilkan pada Tabel 3.1:

Tabel 3.1 Kategori kelayakan uji validasi

Skor rata-rata (\bar{X})	Kategori
$3.25 < \bar{X} \leq 4.00$	Sangat Layak (SL)
$2.50 < \bar{X} \leq 3.25$	Layak (L)
$1.75 < \bar{X} \leq 2.50$	Kurang Layak (KL)
$1.00 < \bar{X} \leq 1.75$	Tidak Layak (TL)

3. Analisis data selanjutnya adalah menghitung persentase kelayakan sebuah produk dengan menggunakan Persamaan 3.3 :

$$\text{Persentase Kelayakan} = \frac{\text{skor hasil penelitian}}{\text{skor maksimal layak}} \times 100\% \quad (3.3)$$

Analisis data untuk produk dalam uji lapangan dapat dianalisis dengan langkah-langkah berikut ini:

1. Angket disebarakan kemudian dianalisis untuk menghitung skor rata-rata dari setiap aspek yang dinilai dengan menggunakan Persamaan rumus 3.1.
2. Hasil yang didapatkan dihitung nilai rata-rata dari setiap aspek yang dinilai. Selanjutnya nilai rata-rata diubah menjadi data kualitatif menggunakan Persamaan 3.4 :

$$\text{Jarak Interval(i)} = \frac{\text{skor tertinggi} - \text{skor terendah}}{\text{jumlah kelas interval}} = \frac{2-1}{4} = 0,25 \quad (3.4)$$

Sehingga diperoleh kategori penelitian pengembangan alat praktikum Fisika Dasar II materi kapasitor berbasis *Arduino* yang ditampilkan pada Tabel 3.2:

Tabel 3.2 Kategori kelayakan uji lapangan

Skor rata-rata (\bar{X})	Kategori
$1.75 < \bar{X} \leq 2.00$	Sangat Layak (SL)
$1.50 < \bar{X} \leq 1.75$	Layak (L)
$1.25 < \bar{X} \leq 1.50$	Kurang Layak (KL)
$1.00 < \bar{X} \leq 1.25$	Tidak Layak (TL)

3. Analisis data selanjutnya adalah menghitung persentase kelayakan sebuah produk dengan menggunakan Persamaan 3.3 :

$$\text{Persentase Kelayakan} = \frac{\text{skor hasil penelitian}}{\text{skor maksimal layak}} \times 100\% \quad (3.3)$$

Penilaian ahli media dan ahli materi juga dapat menentukan kelanjutan dari produk tersebut, jika tim ahli memberikan nilai produk yang dihasilkan termasuk dalam kategori Sangat Layak dan Layak, maka produk dapat digunakan dalam proses pembelajaran atau penelitian lebih lanjut. Namun jika tim ahli memberikan nilai produk Kurang Layak atau Tidak Layak, maka produk tersebut harus dilakukan revisi lebih lanjut sampai masuk dalam kategori Sangat Layak atau Layak.

BAB IV

DESKRIPSI DAN ANALISIS DATA

A. Deskripsi Prototipe Produk

Penelitian ini merupakan penelitian *Research and Development* yang menghasilkan produk alat praktikum Fisika Dasar II materi kapasitor berbasis *Arduino* dimana pada produk tersebut terdiri dari voltmeter, kapasitansimeter berbasis *Arduino*, tegangan masukan yang bersumber dari listrik PLN dan baterai, papan rangkaian seri kapasitor, papan rangkaian paralel kapasitor, pemberian aksesoris kapasitor serta saklar. Alat praktikum ini dikemas dalam *box* yang berukuran panjang 22,5 cm, lebar 18 cm, dan tinggi 6,5 cm. Produk yang dibuat oleh peneliti merupakan pengembangan dari alat praktikum kapasitor yang bersifat konvensional. Untuk menggunakan produk pengguna atau praktikan dapat melihatnya dalam modul petunjuk praktikum seri-paralel kapasitor. Langkah-langkah penelitian dan pengembangan adalah sebagai berikut:

1. Studi Pendahuluan

Langkah awal pada penelitian dan pengembangan adalah studi pendahuluan yang dilakukan pada hari Senin tanggal 18 Maret 2019. Studi pendahuluan ini

dilakukan pada mahasiswa jurusan Fisika angkatan 2016 dan 2017 dengan cara menyebarkan angket mengenai pelaksanaan praktikum rangkaian seri-paralel kapasitor pada mata kuliah praktikum Fisika Dasar II. Angket tersebut berisi 6 pertanyaan, pada setiap pertanyaan memiliki opsi jawaban dengan skor yang berbeda-beda. Jika mahasiswa memilih opsi A, maka akan mendapatkan skor 1 yang berarti tidak paham. Jika mahasiswa memilih opsi B, maka akan mendapatkan skor 2 yang berarti paham. Dan jika mahasiswa memilih opsi C, maka akan mendapatkan skor 3 yang berarti sangat paham. Hasil yang diperoleh dari penyebaran angket dapat dilihat pada lampiran IV. Berdasarkan lampiran IV ketercapaian praktikum seri-paralel kapasitor menggunakan alat konvensional mendapatkan persentase 60,56%. Berdasarkan hasil studi pendahuluan peneliti akhirnya mendapatkan permasalahan yang dialami oleh praktikan yaitu tidak terdapat alat ukur kapasitansimeter; nilai hubungan q_1 , q_2 , dan q_{total} tidak sesuai dengan teori; dan alat ukur voltmeter masih bersifat manual (tidak digital) sehingga memerlukan waktu dalam pembacaan skala yang terdapat pada voltmeter.

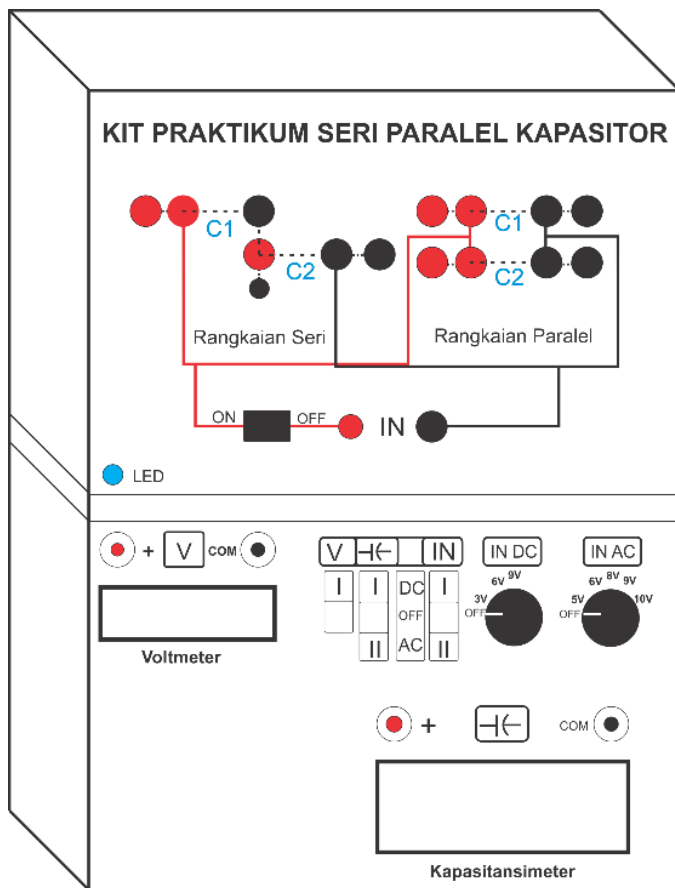
Peneliti melakukan observasi praktikum seri-paralel kapasitor untuk melihat kondisi terbaru di lapangan. Observasi ini dilakukan pada tanggal 26 Maret 2019 sampai 1 April 2019. Hasil yang didapatkan antara lain terdapat alat ukur kapasitansimeter dalam multimeter digital CD771 yang dimiliki laboratorium namun alat tersebut hanya mampu mengukur kapsitor pada rentang nilai $50\text{ nF} - 100\text{ }\mu\text{F}$ sedangkan dalam praktikum, kapsitor yang digunakan adalah $1\text{ }\mu\text{F}$, $220\text{ }\mu\text{F}$, $330\text{ }\mu\text{F}$, $470\text{ }\mu\text{F}$, $1000\text{ }\mu\text{F}$ dan $2200\text{ }\mu\text{F}$. Selain itu hasil observasi menunjukkan praktikan mengalami kesulitan dalam menghubungkan kapasitor kedalam papan rangkaian. Hasil observasi selanjutnya saat terjadi pemadaman listrik PLN praktikum tidak dapat dilaksanakan dikarenakan catu daya yang digunakan hanya bisa dihidupkan jika ada sumber listrik PLN.

2. Perencanaan dan Desain Produk

a. Perencanaan Produk








Setelah melakukan studi pendahuluan, tahap selanjutnya peneliti melakukan perencanaan produk berdasarkan permasalahan yang didapat melalui hasil studi pendahuluan. Peneliti merancang suatu produk yang di dalamnya terdapat dua alat ukur

utama yaitu voltmeter dan kapasitansimeter kemudian terdapat papan rangkaian seri dan paralel kapasitor selanjutnya produk tersebut dilengkapi dengan sumber tegangan dan saklar. Perencanaan produk dapat dilihat pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Desain awal produk

Keterangan

-  : Kabel *female* atau *jack banana female*.
-  : Saklar *on-off* untuk papan rangkaian.
-  : LCD (*liquid crystal display*).
-  : Saklar *on-off* untuk voltmeter.
-  : Saklar *on - off - on* untuk kapasitansimeter dan tegangan masukan.
-  : Saklar putar untuk variasi tegangan masukan DC.
-  : Saklar putar untuk variasi tegangan masukan AC.

b. Pembuatan Produk

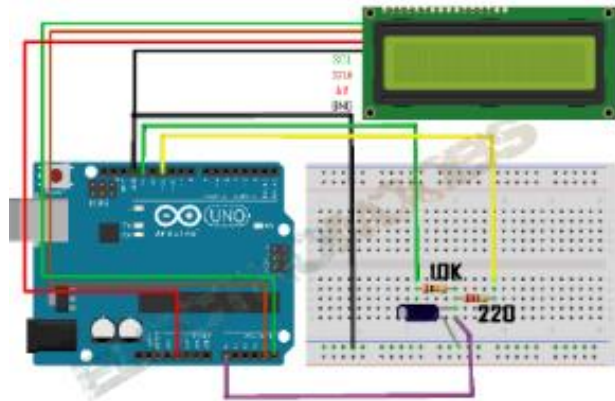
Produk yang sudah di rancang selanjutnya dilakukan pembuatan produk alat praktikum. Untuk membuat suatu produk ada beberapa bagian yang harus dibuat atau dimodifikasi, antara lain :

1) Pembuatan rangkaian alat ukur kapasitansimeter

Alat ukur kapasitansimeter digunakan untuk mengukur nilai kapasitas kapasitor. Bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan alat ukur kapasitas kapasitor ini adalah *Arduino Uno*, LCD, dan resistor. Nilai resistor yang digunakan ada dua yaitu 10.000Ω , yang digunakan sebagai proses

pengisian dan $220\ \Omega$ digunakan sebagai proses pengosongan. Prinsip kerja dari pembuatan kapasitansimeter berbasis *Arduino Uno* mengacu pada rangkaian seri resistor kapasitor (rangkaiannya RC). Prinsip kerjanya adalah ketika kapasitor dihubungkan ke rangkaian terlebih dahulu akan terjadi proses pengosongan kapasitor, kemudian dilakukan proses pengisian kapasitor dengan prinsip tetapan waktu seperti persamaan 2.23 dimana nilai resistor yang digunakan pada proses pengisian kapasitor adalah tetap yang bernilai $10.000\ \Omega$. Ketika dimulainya proses pengisian secara otomatis *Arduino* akan melakukan pengukuran waktu dalam satuan *milis second*, jika pengisian sudah mencapai batasnya maka pengukuran waktu tersebut akan tampil pada layar LCD dan selanjutnya *Arduino* akan melakukan penghitungan nilai kapasitas kapasitor berdasarkan persamaan 2.23. Pembuatan kapasitansimeter berbasis *Arduino* mengacu pada *project* yang di cantumkan dalam website resmi *Arduino* (www.Arduino.cc) yang dipadukan pada pembuatan kapasitas kapasitor pada website www.electrooobs.com

(Electronoobs, n.d.). Untuk desain rangkaian kapasitansimeter berbasis *Arduino* dapat dilihat pada gambar 4.2.

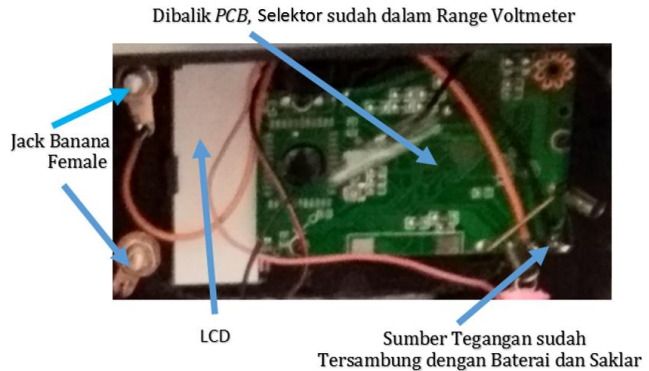


Gambar 4.2 Desain rangkaian kapasitansimeter berbasis *Arduino*
(Electronoobs, n.d.)

2) Pemodelan voltmeter

Pemodelan voltmeter tidak terlepas dari peran utama multimeter DT830B. Multimeter tersebut digunakan peneliti sebagai pendukung untuk digunakan pengukur tegangan (voltmeter) yang sudah berbasis digital, agar pengguna tidak memutar selektor pada *range* voltmeter, peneliti mengatur agar multimeter tersebut tetap pada *range* voltmeter DC sehingga saat dinyalakan dengan cara menekan tombol saklar *on* voltmeter,

pengguna langsung bisa menggunakan alat ukur tersebut. Pemodelifkasiian multimeter dapat dilihat pada gambar 4.3

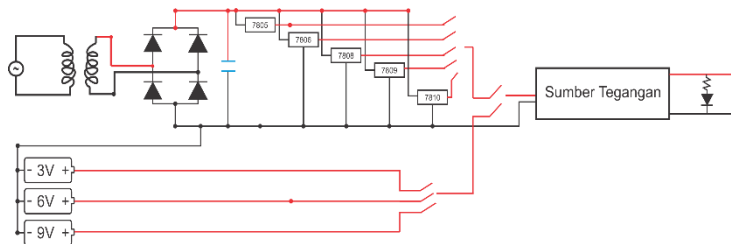


Gambar 4.3 Modifikasi Multimeter DT830B

3) Pembuatan rangkaian tegangan masukan

Tegangan masukan akan dihubungkan pada papan rangkaian. Bahan yang digunakan dalam pembuatan tegangan masukan antara lain transformator; dioda IN4007; IC 7805, 7806, 7808, 7809, dan 7810; baterai; saklar putar 3x4; saklar putar 2x6; LED, dan resistor. Ada dua tegangan masukan yang digunakan disini yaitu tegangan masukan yang bersumber dari listrik PLN. Tegangan masukan ini mulanya masih mengalirkan arus bolak balik (AC) oleh peneliti dilakukan perubahan menjadi arus searah (DC)

dengan bantuan komponen transformator, dioda dan kapasitor. Tegangan berikutnya bersumber dari baterai. Peneliti membuat tegangan yang bersumber dari baterai sebagai solusi agar praktikum seri-paralel kapasitor tetap bisa dilaksanakan saat listrik PLN dalam keadaan padam. Desain rangkaian sumber tegangan dapat dilihat pada gambar 4.4 Sedangkan untuk rangkaian sumber tegangan dapat dilihat pada gambar 4.5. tegangan masukan yang bersumber dari listrik PLN memiliki keluaran lima variasi yaitu 5V, 6V, 8V, 9V, dan 10V sedangkan tegangan masukan yang bersumber dari baterai ada tiga variasi yaitu 3V, 6V, dan 9V.



Gambar 4.4 Desain rangkaian sumber tegangan



Gambar 4.5 Rangkaian sumber tegangan

4) Pembuatan aksesoris (sepatu) kaki kapasitor

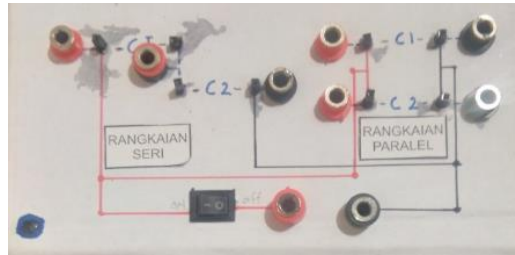
Berdasarkan permasalahan yang dialami praktikan dalam menghubungkan kapasitor kedalam papan rangkaian atau dengan kapasitor lain maka peneliti melakukan pemberian solusi dengan penambahan aksesoris pada kaki kapasitor yang terlihat pada gambar 4.6. Untuk melakukan pengosongan pada kapasitor pengguna dapat menghubungkan kedua kaki kapistor dengan bantuan kabel penjepit buaya dengan cara menjepitkan kedua kaki kapasitor tersebut.



Gambar 4.6 Pengembangan kaki kapasitor

5) Pembuatan papan rangkaian

Rangkaian utama dalam praktikum seri-paralel kapasitor adalah rangkaian seri dan rangkaian paralel. Rangkaian tersebut berfungsi sebagai wadah untuk menghubungkan antara kapasitor dengan tegangan masukan dan menghubungkan kapasitor dengan kapasitor. Peneliti membuat papan rangkaian seri dan papan rangkaian paralel yang sudah tersambung dengan tegangan masukan listrik PLN dan baterai. Papan rangkaian tersebut terdapat saklar yang digunakan sebagai pemutus arus yang mengalir dari tegangan masukan menuju kapasitor. Karena kaki kapasitor sudah diberi aksesori dengan penambahan ujung kabel *male*, untuk menghubungkannya pada papan rangkaian dibuatlah ujung kabel *female* pada tiap titik rangkaian seri dan rangkaian paralel. *Jack banana female* pada papan rangkaian dibuat oleh peneliti untuk mempermudah penggunaan dalam mengukur kapasitas kapasitor atau tegangan. Papan rangkaian seri dan papan rangkaian paralel dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Papan rangkaian

Proses bagian-bagian yang sudah dibuat dan dimodifikasi selanjutnya di rangkai menjadi satu pada *box* kecuali modifikasi kaki kapasitor. Rangkaian keseluruhan dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4.8 Rangkaian keseluruhan

Jika proses penyatuan semua rangkaian sudah dilaksanakan selanjutnya adalah pemberian label informasi pada bagian produk yang dapat dilihat pada gambar 4.9.



Gambar 4.9 Pemberian label informasi produk

Produk berupa alat praktikum kapasitor yang sudah dibuat dapat dilihat pada gambar 4.10.



Gambar 4.10 Produk Alat Praktikum Sementara

Hasil perencanaan dan pengembangan produk selanjutnya dilakukan pengujian alat oleh peneliti yang bertujuan untuk melihat keberfungsian produk dan membandingkan hasil yang didapat dengan teori yang ada. Ada tiga pengujian yang dilakukan oleh peneliti, yaitu

1) Pengujian kapasitansimeter berbasis *Arduino*

Pengujian kapasitansimeter berbasis *Arduino* disini memiliki arti melakukan pengukuran kapasitas kapasitor menggunakan kapasitansimeter berbasis *Arduino* yang selanjutnya hasil tersebut dibandingkan dengan pengukuran kapasitas kapasitor dengan menggunakan multimeter digital CD771. Berdasarkan buku petunjuk multimeter digital CD771 bahwasanya ralat dalam pengukuran kapasitas kapasitor dapat dilihat dalam persamaan 4.1.

$$C = C_{rdg} \pm \left((5,0 \times C_{rdg}) + (10dgt) \right) \quad (4.1)$$

Hasil pengukuran kapasitas kapasitor dapat dilihat pada lampiran V.

2) Pengujian praktikum seri kapasitor

Peneliti melakukan pengujian praktikum menggunakan produk terdiri dari dua uji yaitu uji praktikum seri dan uji praktikum paralel kapasitor. Secara teori pada rangkaian seri memiliki karakteristik yang dapat ditunjukkan pada persamaan 4.2 sampai persmaan 4.4.

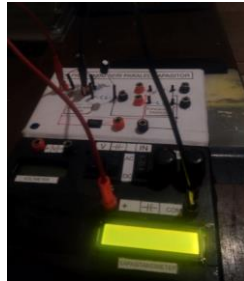
$$\frac{1}{C_{tot}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \quad (4.2)$$

$$V_{tot} = V_1 + V_2 \quad (4.3)$$

$$Q_{tot} = Q_1 = Q_2 \quad (4.4)$$

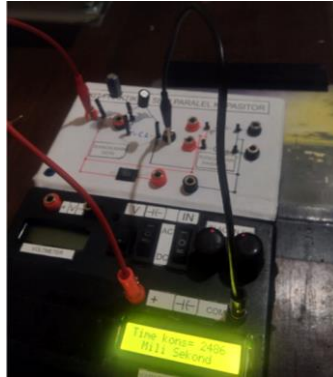
Berikut ini langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian praktikum seri kapasitor:

- a) Peneliti menentukan dan mengambil dua kapasitor yang akan dilakukan praktikum seri kapasitor.
- b) Peneliti mengukur masing-masing nilai kapasitor menggunakan kapasitansimeter seperti pada gambar 4.11.



Gambar 4.11 Pengukuran kapasitas kapasitor pada tiap kapasitor

- c) Dua kapasitor tersebut disambungkan pada tempat yang sudah disediakan dalam label rangkaian seri untuk diukur nilai total seri kapasitor seperti pada gambar 4.12. dengan catatan saklar harus dalam keadaan mati (*off*).



Gambar 4.12 Pengukuran kapasitas kapasitor total rangkaian seri

- d) Sebelum dilakukan pengukuran tegangan pada tiap kapasitor dilakukan pengosongan terlebih dahulu pada kedua kapasitor tersebut dengan cara menghubungkan kedua kaki kapasitor menggunakan kabel penjepit buaya. Pengosongan dilakukan pada setiap kapasitor.
- e) Peneliti menentukan sumber tegangan yang akan digunakan pada praktikum seri kapasitor dengan menekan tombol saklar IN AC atau DC dan menentukan skala yang akan digunakan.
- f) Saat pengukuran tegangan harus dipastikan saklar dalam keadaan hidup (*on*). Pengukuran

tegangan pada kapasitor satu (C_1) dapat dilihat pada gambar 4.13.



Gambar 4.13 Pengukuran tegangan pada kapasitor 1 rangkaian seri

g) Mengukur tegangan pada kapasitor dua (C_2) dapat dilihat seperti gambar 4.14.



Gambar 4.14 Pengukuran tegangan pada kapasitor 2 rangkaian seri

h) Untuk mengukur tegangan total pada rangkaian seri (C_{tot}) dapat dilakukan seperti gambar 4.15.



Gambar 4.15 Pengukuran tegangan total pada kapasitor total rangkaian seri

- i) Peneliti kembali melakukan praktikum seri kapasitor dengan nilai kapasitor yang sama namun skala sumber tegangannya bervariasi.

Data pengukuran yang didapat pada praktikum seri selanjutnya diolah untuk menghitung nilai Q_1 dengan persamaan rumus (4.5), Q_2 dengan persamaan rumus (4.6), dan Q_{tot} dengan persamaan rumus (4.7).

$$Q_1 = C_1 V_1 \quad (4.5)$$

$$Q_2 = C_2 V_2 \quad (4.6)$$

$$Q_{tot} = C_{tot} V_{tot} \quad (4.7)$$

Hasil pengujian kapasitor dapat dilihat pada lampiran VI.

3) Pengujian praktikum paralel kapasitor

Pengujian terakhir adalah menguji rangkaian paralel kapasitor. Secara teori pada rangkaian paralel memiliki karakteristik yang dapat ditunjukkan pada persamaan 4.8 sampai persamaan 4.10

$$\frac{1}{C_{tot}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \quad (4.8)$$

$$V_{tot} = V_1 = V_2 \quad (4.9)$$

$$Q_{tot} = Q_1 = Q_2 \quad (4.10)$$

Berikut ini langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian praktikum paralel kapasitor:

- a) Peneliti menentukan dan mengambil dua kapasitor yang akan dilakukan praktikum paralel kapasitor.
- b) Peneliti mengukur masing-masing nilai kapasitor menggunakan kapasitansimeter seperti pada gambar 4.11.
- c) Dua kapasitor yang sudah ditentukan disambungkan pada tempat yang sudah disediakan dalam label rangkaian paralel untuk diukur nilai total paralel kapasitor seperti pada gambar 4.16 dengan catatan saklar harus dalam keadaan mati (*off*).



Gambar 4.16 Pengukuran kapasitas kapasitor total rangkaian paralel

- d) Sebelum dilakukan pengukuran tegangan pada tiap kapasitor, dilakukan pengosongan terlebih dahulu pada kedua kapasitor tersebut dengan cara menghubungkan kedua kaki kapasitor menggunakan kabel penjepit buaya. Pengosongan dilakukan pada setiap kapasitor.
- e) Peneliti menentukan sumber tegangan yang akan digunakan pada praktikum paralel kapasitor dengan menekan tombol saklar IN AC atau DC serta menentukan skala yang akan digunakan.
- f) Saat pengukuran tegangan harus dipastikan saklar dalam keadaan hidup (*on*). Pengukuran tegangan pada kapasitor satu (C_1) dapat dilihat pada gambar 4.17.



Gambar 4.17 Pengukuran tegangan pada C_1
rangkaian paralel

- g) Mengukur tegangan pada kapasitor dua (C_2)
dapat dilihat pada gambar 4.18.



Gambar 4.18 Pengukuran tegangan pada C_2
rangkaian paralel

- h) Untuk mengukur tegangan total pada
rangkaian paralel (C_{tot}) dapat dilakukan
seperti gambar 4.19.



Gambar 4.19. Pengukuran tegangan pada kapasitor total rangkaian paralel

- i) Peneliti kembali melakukan praktikum paralel kapasitor dengan nilai kapasitor yang sama namun skala sumber tegangannya bervariasi

Sama halnya dengan praktikum seri peneliti kemudian melakukan penghitungan nilai Q_1 , Q_2 , dan Q_{tot} pada rangkaian paralel dengan persamaan rumus (4.5) sampai (4.7). Data yang sudah didapat saat pengukuran kemudian dilakukan penghitungan. Adapun hasilnya dapat dilihat pada lampiran VI.

3. Validasi Ahli

Setelah produk alat praktikum Fisika Dasar II materi kapasitor berbasis *Arduino* dibuat dan dilakukan pengujian oleh peneliti, langkah selanjutnya adalah validasi alat yang terdiri dari validasi materi dan validasi media.

1) Uji Ahli Materi

Pada validasi materi terdapat 6 indikator penilaian, yaitu rangkaian kapasitor, pengukuran kapasitas kapasitor menggunakan kapasitansimeter, pengukuran tegangan pada setiap kapasitor, penggunaan sumber tegangan, kesesuaian teori dengan praktik dan penghitungan nilai muatan. Validasi materi dilakukan oleh dosen Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang yaitu bapak Joko Budi Poernomo, M. Pd. dan bapak Muhammad Ardhi Khalif, M. Sc. pada tanggal 2 April 2019. Hasil yang didapat dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil validasi materi

No	Indikator	Penilaian Validator	
		Validator 1	Validator 2
1	Rangkaian kapasitor	4	4
2	Pengukuran kapasitansi kapasitor menggunakan kapasitansimeter	4	4
3	Pengukuran tegangan pada setiap kapasitor	4	4
4	Penggunaan sumber tegangan	4	4
5	Kesesuaian teori dengan praktik	4	3
6	penghitungan nilai muatan	4	3
Jumlah skor		46,00	
Jumlah skor maksimal		48,00	
Skor rata-rata		3,83	
Persentase kelayakan		95,83%	
Kategori		Sangat Layak	

Hasil dari uji materi mendapatkan skor rata-rata 3,83 dengan persentase kelayakan 95,83%. Nilai yang didapat kemudian dihubungkan dengan tabel 3.1 maka produk yang dinilai termasuk dalam kategori sangat layak. Selain hasil penilaian produk, peneliti mendapatkan masukan dari validator terkait

produk kapasitansimeter yang dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2. Masukan validator materi

No.	Masukan
1	Keamanan praktikan saat menggunakan produk perlu diprioritaskan.
2	Informasi <i>tool</i> perlu disempurnakan.
3	Kaki kapasitor dimodifikasi menggunakan <i>jack</i> yang tepat.
4	Praktikan memungkinkan melakukan perhitungan muatan (Q) selain sistem.
5	Perlu ditambahkan kolom ralat di setiap pengukuran

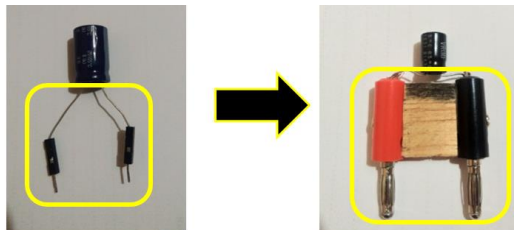
Masukan dari validator selanjutnya dilakukan revisi oleh peneliti yang hasilnya dapat dilihat pada gambar 4.20 sampai 4.22. Masukan dari validator mengenai perhitungan muatan tidak dilakukan perbaikan, penelitian ini terbatas sampai tahap pengukuran kapasitas kapasitor dan tegangan.



Gambar 4.20 Perbaikan produk pada bagian yang berlubang guna menambah keamanan bagi praktikan



Gambar 4.21 Penyempurnaan informasi *tool*



Gambar 4.22 Perubahan desain kaki kapasitor

2) Uji Ahli Media

Penilaian produk oleh validator ahli media mempunyai 5 indikator penilaian antara lain efektif dan efisien, kemudahan dalam pengoprasian, kesesuaian letak alat ukur dengan komponen, desain alat praktikum, dan kejelasan informasi. Penilaian validasi produk substansi media dilakukan pada tanggal dan dosen yang sama dengan validasi ahli materi. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil validasi media

No	Indikator	Penilaian Validator	
		Validator 1	Validator 2
1	Efektif dan Efisien	4	4
2	Kemudahan dalam pengoprasian	4	4
3	Kesesuaian letak alat ukur dan komponen	4	3
4	Desain alat praktikum	3	4
5	Kejelasan informasi	3	4
Jumlah skor		37,00	
Jumlah skor maksimal		40,00	
Skor rata-rata		3,70	
Persentase kelayakan		92,50%	
Kategori		Sangat Layak	

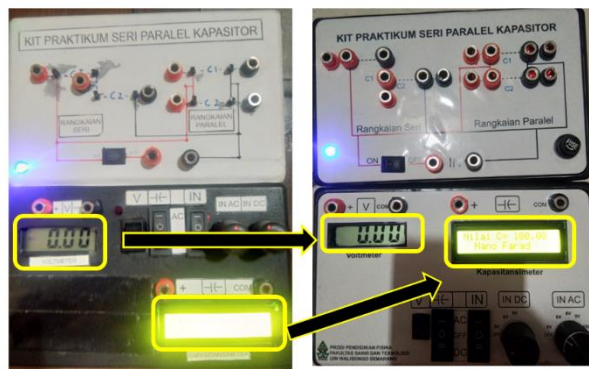
Hasil dari uji media mendapatkan skor rata-rata 3,70 dengan persentase kelayakan 92,50%. Nilai yang didapat kemudian dihubungkan dengan tabel 3.1 sehingga produk yang dinilai termasuk dalam kategori sangat layak. Pada tahap validasi media, validator memberikan masukan yang dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Masukan validator media

No.	Masukan
1	Letak voltmeter dan kapasitansimeter dipresisikan yang setara.
2	Label dibuat yang anti air.
3	Sebaiknya digunakan satu <i>box</i> .
4	Tampilan <i>box</i> perlu diperbaiki.
5	Perlu di tambahkan sekering sebagai pengaman di dalam rangkaian.
6	Perlu adanya informasi mengenai ralat alat ukur.

Masukan yang diberikan selanjutnya dilakukan perbaikan produk yang dapat dilihat pada gambar 4.23 sampai gambar 4.29. Nilai ralat alat ukur dapat dilihat melalui nilai skala terkecil pada alat ukur tersebut namun untuk lebih teliti dapat dilakukan pengukuran berulang, semakin banyak data pengukuran berulang maka akan memberikan nilai ralat semakin kecil (Sunarta n.d.). Sehingga peneliti memilih untuk melakukan pengukuran langsung

berulang dengan pengulangan sebanyak 10 kali, kapasitor yang dilakukan pengukuran berulang, yaitu $330\ \mu F$, $470\ \mu F$, $1000\ \mu F$, dan $2200\ \mu F$ adapun nilai ralat berdasarkan pengukuran berulang pada kelima kapasitor tersebut adalah 0,25% dari nilai yang terbaca. Masukan mengenai penggunaan dalam satu *box* oleh peneliti belum dilakukan revisi dikarenakan kesulitan dalam mencari *box* yang sesuai dengan ukuran yang diperlukan.



Gambar 4.23 Perubahan letak voltmeter dan kapasitansimeter



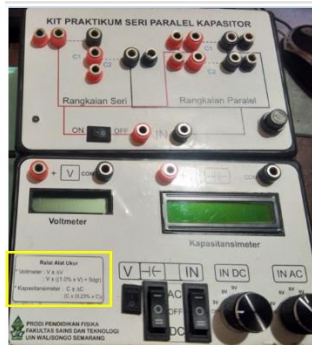
Gambar 4.24 Perubahan label menjadi anti air



Gambar 4.25 Pemberian label tegangan input



Gambar 4.26 Penambahan sekering



Gambar 4.27 Informasi ralat alat ukur

B. Hasil Uji Lapangan

Langkah penelitian keempat adalah uji lapangan alat praktikum Fisika Dasar II materi kapasitor berbasis *Arduino* dan revisi. Ada dua uji lapangan yang dilaksanakan yaitu uji coba awal kepada mahasiswa yang sudah pernah melakukan praktikum kapasitor dengan alat konvensional dan uji lapangan terbatas yang diberikan kepada mahasiswa praktikan yang belum pernah melakukan praktikum seri-paralel kapasitor. Pada uji coba awal sebelum mahasiswa melakukan praktikum peneliti memberikan modul petunjuk praktikum seri-paralel kapasitor dan angket penilaian pelaksanaan praktikum kapasitor menggunakan produk yang sudah dibuat. Hasil penilaian produk pada uji lapangan tahap pertama dapat dilihat pada tabel 4.5.

No	Mahasiswa	No. Soal													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	SK_1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2
2	SK_2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2
3	SK_3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	1	2
4	SK_4	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2
5	SK_5	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	1
Skor yang diperoleh		10	10	10	10	8	10	10	9	9	7	10	9	8	9
Jumlah skor yang diperoleh		129,00													
Jumlah skor maksimal		140,00													
Nilai rata-rata		1,84													
Persentase kelayakan		92,14%													
Kategori		Sangat Layak													

Berdasarkan tabel 4.5 nilai rata-rata yang diperoleh adalah 1,84 dengan persentase kelayakan 92,14%. Jika nilai rata-rata yang diperoleh dibandingkan dengan tabel 3.2 maka produk yang dibuat termasuk dalam kategori sangat layak. Praktikan memberikan masukan terhadap produk yang dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6. Masukan dari uji coba awal

No.	Masukan
1	Saat dilakukan pengukuran kapasitas kapasitor nilai yang muncul pada LCD memerlukan waktu yang lama.
2	Variasi kapasitor perlu diperbanyak.
3	Tombol perlu diperbaiki kembali agar tidak mudah rusak.
4	Produk kurang ideal dalam segi ukuran.

Selanjutnya peneliti melakukan revisi pada produk yang dibuat antara lain menambahkan variasi kapasitor yang akan digunakan oleh pengguna dan melakukan pengecekan semua tombol serta mengganti tombol saklar voltmeter. Masukan mengenai ukuran produk yang kurang ideal tidak dilakukan revisi dikarenakan peneliti kesulitan dalam mencari ukuran *box* yang sesuai dengan ukuran produk yang dibuat. Masukan berikutnya mengenai pengukuran nilai kapasitas kapasitor membutuhkan waktu yang lama, pengisian kapasitas

kapasitor membutuhkan waktu lama dikarenakan nilai kapasitas kapasitor tersebut terlalu besar sehingga dalam proses pengisian kapasitor membutuhkan waktu yang lama.

Uji lapangan tahap berikutnya adalah uji lapangan terbatas, peneliti memberikan modul dan angket penilaian kepada mahasiswa praktikan. Angket dan modul memiliki isi yang sama dengan uji coba awal. Hasil yang didapat pada uji lapangan terbatas dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil uji lapangan terbatas

No	Mahasiswa	No. Soal													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	SB_1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	SB_2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	SB_3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2
4	SB_4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
5	SB_5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
6	SB_6	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2
7	SB_7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
8	SB_8	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
9	SB_9	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2
10	SB_10	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Skor yang diperoleh		20	20	20	20	20	19	19	20	20	19	20	20	19	20
Jumlah skor yang diperoleh		276													
Jumlah skor max (ideal)		280													
Nilai rata-rata		1,9714													
Persentase kelayakan		98,57%													
Kategori		Sangat Layak													

Berdasarkan tabel 4.7 nilai rata-rata penilaian pelaksanaan praktikum menggunakan produk yang dibuat adalah 1,9714 dengan persentase kelayakan 98,57%. Jika nilai rata-rata yang diperoleh dibandingkan dengan tabel 3.2 maka termasuk dalam kategori sangat layak. Pada uji lapangan terbatas ada dua masukan dari responden yang dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8. Masukan uji lapangan terbatas

No.	Masukan
1	Proses munculnya nilai kapasitas kapasitor pada layar LCD terlalu lama.
2	Produk kurang ideal dalam segi ukuran.

Dua masukan yang diberikan responden tidak dilakukan perbaikan oleh peneliti. Produk yang sudah dilakukan uji lapangan merupakan hasil akhir dari penelitian ini yang dapat dilihat pada gambar 4.28.



Gambar 4.28 Produk akhir

C. Analisis Data

Penelitian ini merupakan penelitian yang mengembangkan alat praktikum Fisika Dasar II materi kapasitor. Ada lima tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu studi pendahuluan, perencanaan dan desain produk, uji validasi dan revisi, uji lapangan dan revisi, serta produk akhir. Studi pendahuluan merupakan tahap pertama yang digunakan untuk mengumpulkan data. Data yang didapat pada studi pendahuluan, antara lain: tidak terdapat alat ukur kapasitansimeter; nilai hubungan q_1 , q_2 , dan q_{total} tidak sesuai dengan teori; dan alat ukur

voltmeter masih bersifat manual (tidak digital). Berdasarkan permasalahan tersebut diperlukan solusi untuk membuat/mengembangkan suatu media. Menurut Sumiaty (dikutip dari Juwita 2016) media praktikum memiliki kelebihan, yaitu dapat membantu lembaga pendidikan ketika tidak mempunyai laboratorium, dapat meningkatkan pemahaman konsep, dan media praktikum mudah dibawa. Maka pada penelitian ini guna mengatasi masalah yang terjadi dibuat sebuah alat praktikum Fisika Dasar II materi kapasitor yang terdiri dari voltmeter, kapasitansimeter berbasis *Arduino*, papan rangkaian seri kapasitor, rangkaian paralel kapasitor, tegangan masukan yang bersumber dari listrik PLN dan baterai serta kapasitor yang sudah di modifikasi.

Langkah selanjutnya adalah perencanaan dan desain produk. Pada tahapan ini, peneliti membuat produk yang memiliki rangkaian utama, terdiri dari voltmeter, kapasitansimeter berbasis *Arduino*, papan rangkaian seri kapasitor, rangkaian paralel kapasitor, tegangan masukan yang bersumber dari listrik PLN dan baterai serta kapasitor yang sudah di modifikasi. Rangkaian utama yang sudah dibuat untuk selanjutnya dilakukan pengujian. Pengujian yang pertama adalah uji pengukuran kapasitas kapasitor menggunakan produk yang sudah dibuat dengan

multimeter CD771 milik laboratorium Fisika Dasar UIN Walisongo Semarang. Jika dibandingkan dengan label kapasitor kedua alat ukur menampilkan hasil yang berbeda. Hasil pengukuran dapat dilihat pada lampiran V. Berdasarkan lampiran V persentase perbedaan produk terhadap multimeter CD771 sebesar 4,392%. Perbedaan nilai pengukuran kapasitansi juga terjadi pada penelitian yang dilakukan oleh Ahmad Saudi Samosir (2016) perbedaan yang terjadi pada penelitian tersebut sebesar 1,127% yang nilai ukurnya berhimpitan antara produk yang dibuat oleh Ahmad Saudi Samosir dengan alat ukur standar kapasitansimeter. Uji produk selanjutnya adalah uji praktikum rangkaian seri dan rangkaian paralel. Berdasarkan lampiran VI pada uji praktikum rangkaian seri hasil perhitungan q_1 , q_2 , dan q_{total} nilainya hampir sama sebagai contoh pada tegangan masukan 5V, q_1 bernilai $(0,00118 \pm 0,0000351) C$, q_2 bernilai $(0,00117 \pm 0,0000659) C$ dan q_{total} bernilai $(0,00116 \pm 0,0000105) C$ karena selisih nilai adalah 1 C maka dapat dikatakan bahwasanya hubungan ketiga muatan sudah sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa hubungan muatan antara satu muatan dengan muatan lain pada rangkaian seri nilainya adalah sama sedangkan dalam uji rangkaian

paralel, teori menyatakan bahwasanya nilai muatan total merupakan jumlah dari tiap-tiap muatan kapasitor yang di rangkai secara paralel, sebagai contoh pada tegangan masukan 5V, q_1 bernilai $(0,00236 \pm 0,000052) C$, q_2 bernilai $(0,00234 \pm 0,0001135) C$ dan q_{total} bernilai $(0,00477 \pm 0,000105) C$ maka dapat dinyatakan hubungan muatan pada rangkaian paralel sudah sesuai dengan teori rangkaian paralel kapasitor.

Langkah ketiga dari penelitian dan pengembangan ini adalah uji validasi media dan uji validasi materi. Uji validasi materi produk praktikum mendapatkan persentase 95,83% dalam kategori sangat layak sedangkan uji validasi media mendapatkan persentase 92,50%. Pada uji validasi materi maupun media terdapat beberapa masukan dari validator yang kemudian oleh peneliti dilakukan revisi.

Uji lapangan merupakan langkah ke empat dari penelitian ini. Uji lapangan terbagi menjadi dua yaitu uji coba awal dan uji lapangan terbatas. Pada uji coba awal mendapatkan persentase kelayakan produk sebesar 92,14% dalam kategori sangat layak hal ini dibuktikan dengan mendapatkan nilai sempurna pada angket yang indikatornya tentang kemudahan praktikum kapasitor, kemudahan pembacaan nilai alat ukur voltmeter,

kesesuaian teori pada hubungan antara V_1 ; V_2 ; V_{total} pada rangkain seri maupun paralel, keberfungsian produk dalam mengukur kapasitas kapasitor menggunakan kapasitansimeter, dan kemudahan dalam memahami simbol dalam produk praktikum. Jika ditinjau dari media pembelajaran produk Alat praktikum Fisika Dasar II materi kapasitor berbasis *Arduino* sesuai dengan pendapat Arsyad (2011) mengenai kriteria yang baik dalam memilih media pembelajaran yaitu sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai; praktis; dan tepat untuk mendukung isi pelajaran yang sifatnya fakta, konsep, prinsip dan generalisasi. Uji selanjutnya adalah uji lapangan terbatas. Pada uji lapangan ini responden memberikan persentase penilaian sebesar 98,57% dalam kategori sangat layak. Uji lapangan terbatas mengalami peningkatann penilaian kelayakan produk. Peningkatan penilaian terjadi pada indikator keberfungsian tombol alat ukur kapasitansimeter, keberfungsian produk saat terjadinya listrik PLN padam, dan kesesuaian antara hasil praktikum dengan teori mengenai hubungan q_1 , q_2 , q_{total} pada rangkaian seri maupun paralel.

Tahapan akhir dari penelitian adalah produk berupa alat praktikum Fisika Dasar II materi kapasitor berbasis *Arduino* yang sudah mengalami beberapa tahapan

pengujian. Produk akhir didalamnya terdiri dari voltmeter, kapasitansimeter berbasis *Arduino*, papan rangkaian, tegangan masukan, penambahan aksesoris kapasitor, dan saklar.

D. Prototipe Hasil Pengembangan

Produk akhir pada penelitian dan pengembangan ini adalah sebuah media alat praktikum yang memiliki dua alat ukur yaitu kapasitansimeter berbasis *Arduino* dan voltmeter. Kemudian produk tersebut sudah terintegrasi dengan tegangan masukan yang bersumber dari listrik PLN maupun baterai sehingga jika listrik PLN padam dapat menggunakan sumber tegangan yang berasal dari baterai. Tegangan sumber yang berasal dari listrik PLN memiliki lima variasi tegangan masukan sedangkan yang bersumber dari baterai memiliki tiga variasi tegangan masukan. Produk alat praktikum Fisika Dasar II materi kapasitor berbasis *Arduino* memiliki papan rangkaian seri dan papan rangkaian paralel kapasitor sehingga pengguna cukup menghubungkan kapasitor yang sudah dimodifikasi kedalam papan rangkaian.

Terdapat kelebihan dan kekurangan dari produk Alat praktikum Fisika Dasar II materi kapasitor berbasis *Arduino*. Berikut kelebihan produk yang dibuat, antara lain:

1. Alat praktikum Fisika Dasar II materi kapasitor berbasis *Arduino* dapat mengukur nilai kapasitas kapasitor mulai dari $0,1 \mu F$ sampai $4.700 \mu F$.
2. Alat ukur voltmeter sudah berbasis digital sehingga tidak di perlukan waktu yang lama dalam pembacaan skala yang muncul.
3. Alat praktikum Fisika Dasar II materi kapasitor berbasis *Arduino* memiliki dua sumber tegangan yang berasal dari listrik PLN dan baterai.
4. Kaki kapasitor yang sudah dimodifikasi dapat memudahkan praktikan dalam mengosongkan kapasitor serta memudahkan praktikan dalam menghubungkan kapasitor dengan papan rangkaian.

Namun produk yang sudah dikembangkan masih memiliki kekurangan, diantaranya:

1. Ukuran *box* yang kurang ideal.
2. Pengukuran nilai kapasitas kapasitor membutuhkan waktu yang lama.
3. Kapasitansimeter hanya dapat mengukur kapasitor dalam satuan mikro farad ($0,1 \mu F$ sampai $4.700 \mu F$).

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan, yaitu:

1. Alat praktikum Fisika Dasar II materi kapasitor berbasis *Arduino* di desain untuk mempermudah dalam melaksanakan praktikum kapasitor. Alat praktikum tersebut memiliki 2 alat ukur utama yaitu kapasitansimeter dan voltmeter, kedua alat tersebut hasil pengukurannya dapat ditampilkan melalui LCD. Selain kapasitansimeter dan voltmeter alat praktikum terdapat papan rangkaian seri kapasitor, papan rangkaian paralel kapasitor, tegangan masukan yang bersumber dari listrik PLN dan baterai serta kapasitor yang sudah di modifikasi.
2. Hasil penelitian dan pengembangan produk diperoleh kategori sangat layak pada empat uji yaitu uji validasi materi, uji validasi media, uji coba awal, dan uji lapangan terbatas. Uji validasi media dan uji validasi materi memperoleh persentase kelayakan sebesar 95,83% dan 92,50% sedangkan uji coba awal dan uji lapangan terbatas memperoleh persentase kelayakan sebesar 92,14% dan 98,57%. Berdasarkan hasil

tersebut maka produk yang dibuat layak digunakan untuk praktikum seri-paralel kapasitor dalam mata kuliah praktikum Fisika Dasar II.

B. Saran

Ada beberapa saran untuk penelitian selanjutnya antara lain:

1. Ukuran *box* yang digunakan dalam pembuatan produk agar lebih ideal.
2. Proses munculnya nilai pada LCD kapasitansimeter saat pengukuran kapasitas kapasitor dapat lebih cepat.
3. Produk bisa dikembangkan untuk dapat digunakan praktikum seri-paralel resistor maupun praktikum seri-paralel kapasitor.
4. Alat ukur kapasitansimeter dapat mengukur kapasitor dalam rentang nilai piko, nano, dan mikro farad.

Daftar Pustaka

- Abdullah, Mikrajuddin. 2006. *Diktat Kuliah Fisika Dasar II Tahap Persiapan Bersama ITB*. Bandung: ITB.
- Agung, M. Bangun. 2014. *Arduino For Beginners*. Surya University.
- Alexander, Charles K., and Matthew N.O. Sadiku. 2009. *Fundamentals of Electric Circuit*. New York: Mc Graw Hill.
- Arsyad, A. 2011. *Media Pembelajaran*. Jakarta: Rajagrafindo Persada.
- Deesera, Vionanda Sheila, Ilhamsyah, and Dedi Triyanto. 2017. "Rancang Bangun Alat Ukur Gerak Lurus Berubah Beraturan (Glb) Pada Bidang Miring Berbasis Arduino." *Jurnal Coding Sistem Komputer Untan* 05 (2): 47–56.
- Electronoobs. n.d. "How to Make a Capacitance Meter Using Arduino."
- Gall, M.D., and W.R. Borg. 1983. *Educational Research: An Introduction*. New York: Longman.
- Hayat, William H., Jack E. Kemmely, and Steven M. Durbin. 2005. *Rangkaian Listrik*. Jakarta: Erlangga.
- Gulton, Rapido Parasian. 2008. "Studi Perencanaan Sistem Pengaman Terhadap Sambaran Petir Eksternal Pada

Bangunan Gedung Biro Rektor Universitas Sumatera Utara.”

[http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/25698/Chapter II.pdf;jsessionid=CE3C738341EF434A429BD92FFE4A70F4?sequence=3](http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/25698/Chapter%20II.pdf;jsessionid=CE3C738341EF434A429BD92FFE4A70F4?sequence=3).

Husaini, M. 2014. “Pemanfaatan Teknologi Informasi Dalam Bidang Pendidikan (E-Education).” *Jurnal Mikrotik* 2 (1).

Jamil, Abdul. n.d. “Awan Bermuatan Listrik.” Accessed July 28, 2019.
https://www.academia.edu/6788999/Awan_Bermuatan_Listrik.

Junaidi, and Yuliyani Dwi Prabowo. 2018. *Project Sistem Kendali Eleketronik Berbasis Arduino*. Bandar Lampung: AURA.

Juwita, Ratulani. 2016. “Pengembangan Kit Elektrokimia Kelas XII SMA.” *Jurnal Pelangi* 8 (1): 1.
<https://doi.org/10.22202/jp.v8i1.389>.

Kadir, Abdul. 2013. *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler Dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino*. Yogyakarta: Andi.

Kho, Dickson. n.d. “Cara Mengukur Kapasitor Dengan Multimeter.” Accessed May 21, 2019,
<https://teknikelektronika.com/cara-mengukur-kapasitor-dengan-multimeter/>.

- Kurniawan, Telly, Rasmid, Wiko Setyonegoro, and Fachrizal. n.d. "Terjadinya Petir Pada Erupsi Gunung Berapi."
- Pradana, Galih Raditya. 2015. "Smart Parking Berbasis Arduino Uno," no. 12507134001: 1–9.
- Quthb, Sayid. 2003. *Tafsir Fi Zhilalil Qur'an Di Bawah Naungan Al Qur'an*. Jakarta: Gema Insani.
- Sagala, Syaiful. 2005. *Konsep Dan Makna Pembelajaran Untuk Membantu Memecahkan Problematika Belajar Dan Mengajar*. Bandung: Alfabeta.
- Samosir, Ahmad Saudi. 2016. "Implementasi Alat Ukur Kapasitansi Digital (Digital Capacitance Meter) Berbasis Mikrokontroler." *Rekayasa Dan Teknologi Elektro* 10 (1).
- Setyosari, Punaji. 2015. *Metode Penelitian Pendidikan Dan Pengembangan*. Jakarta: Prenadamedia.
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- . 2015. *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Sukmadinata. 2008. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Sunarta. n.d. "Bahan Ajar MPF - Metode Pengukuran Fisika - Sunarta." UGM. Accessed June 13, 2019. <https://elisa.ugm.ac.id/community/show/metode-pengukuran-fisika->

sunarta/#!/section/19913/1560383165.

Sutrisno. 1986. *Elektronika Teori Dan Penerapannya*. Bandung: ITB.

Tarandono, Septian Jati, and Bambang Suprianto. 2016. "Pengembangan Kit Tester Komponen Elektronika Berbasis Mikrokontroler ATmega 168 Sebagai Media Pembelajaran Pada Standar Kompetensi Dasar-Dasar Elektronika Di SMK Negeri 2 Lamongan." *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro* 2 05 (56): 169–73.

Taufik, Muchamad. 2017. "Rancang Bangun Alat Ukur Kapasitor Dan Induktor Digital." *Jurnal PROtek* 04 (1): 35–40.

Woolnough, B, and T Allsop. 1985. *Practical Work In Science*. Cambridge: University Press, Cambridge.

LAMPIRAN I Surat Penunjukan Pembimbing



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jalan Prof. Dr. Hamka km. 1 Semarang Telp. 024 76433366

15 Maret 2019

Nomor : B-1085/Un.10.8/J6/PP.00.9/3/2019
Lampiran : -
Hal : Penunjukan Pembimbing Skripsi

Yth.

1. Agus Sudarmanto, M.Si.
 2. Sheilla Rully Anggita, S.Pd., M.Si
- di Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Berdasarkan hasil pembahasan usulan judul penelitian di jurusan Pendidikan Fisika, maka Fakultas Sains dan Teknologi menyetujui judul skripsi mahasiswa:

Nama : Donny Auliya Arrohman
NIM : 1503066001
Judul : Pengembangan Alat Praktikum Fisika Dasar II Materi Kapasitor Berbasis Arduino

Dan menunjuk Saudara

1. Agus Sudarmanto, M.Si.
2. Sheilla Rully Anggita, S.Pd., M.Si

Demikian penunjukan pembimbing skripsi ini disampaikan dan atas kerja sama yang diberikan kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



An Dekan,
Ketua Jurusan Pendidikan Fisika

[Signature]
Dr. Hamdan Hadi Kusuma S.Pd, M.Sc
NIP. 197703202009121002

LAMPIRAN II Persetujuan Pembimbing

PERSETUJUAN PEMBIMBING

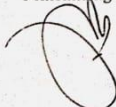
Proposal skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk dilaksanakan

Disetujui pada

Hari : Senin

Tanggal : 1 April 2019


Pembimbing I,



Agus Sudarmanto, M.Si

NIP. 197708232009121001

Pembimbing II,

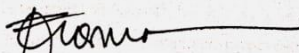


Sheila Rully Anggita, S.Pd., M.Si

NIP.

Mengetahui,


Ketua Program Studi Pendidikan Fisika



Dr. Hamdan Hadi Kusuma, M.Sc

NIP. 197003202009121002

LAMPIRAN III Permohonan Izin Riset



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
 Alamat: Jl.Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang Telp. 024 76433366 Semarang 50185

Nomor : B.1315/Un.10.8/D1/TL.00/04/2019 Semarang, 1 April 2019
 Lamp : Proposal Skripsi
 Hal : Permohonan Izin Riset

Kepada Yth.
 Kepala Dosen Pengampu praktikum Fisika Dasar II
 Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang
 di Tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Diberitahukan dengan hormat dalam rangka penulisan skripsi, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :


Nama : Donny Auliya Arrohman
 NIM : 1503066006
 Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Fisika
 Judul Skripsi : "Pengembangan Alat Praktikum Fisika Dasar II Materi Kapasitor Berbasis Arduino"

Pembimbing : 1. Agus Sudarmanto, M.Si.
 2. Sheila Rully Anggita, S.Pd., M.Si.

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut di ijinakan melaksanakan Riset mulai tanggal 4 April sampai dengan 15 Mei 2019.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.
 Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

a.n. Dekan
 Wakil Dekan Bidang Akademik
 dan Kelembagaan



Dr. Lianah, M.Pd.
 NIP. 19590313 198103 2 007

Tembusan Yth.
 1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo (sebagai laporan
 2. Arsip

LAMPIRAN IV Hasil Studi Pendahuluan

No	Mahasiswa	No. Soal						Jumlah Skor	Jumlah Skor Max	Ketercapaian
		1	2	3	4	5	6			
1	AP_1	2	2	2	1	1	1	9	18	50,00%
2	AP_2	1	2	2	1	2	2	10	18	55,56%
3	AP_3	2	2	2	1	1	1	9	18	50,00%
4	AP_4	2	3	2	1	1	1	10	18	55,56%
5	AP_5	2	1	3	1	3	2	12	18	66,67%
6	AP_6	2	2	2	1	2	2	11	18	61,11%
7	AP_7	2	2	2	1	1	1	9	18	50,00%
8	AP_8	1	1	2	1	2	1	8	18	44,44%
9	AP_9	2	2	2	1	2	2	11	18	61,11%
10	AP_10	2	2	2	1	2	2	11	18	61,11%
11	AP_11	2	1	3	1	1	2	10	18	55,56%
12	AP_12	2	2	2	1	2	2	11	18	61,11%
13	AP_13	2	2	2	2	1	1	10	18	55,56%
14	AP_14	2	2	2	1	1	1	9	18	50,00%
15	AP_15	2	2	2	1	1	1	9	18	50,00%
16	AP_16	2	1	3	1	3	3	13	18	72,22%
17	AP_17	2	2	2	1	2	1	10	18	55,56%

No	Mahasiswa	No. Soal						Jumlah Skor	Jumlah Skor Max	Ketercapaian
		1	2	3	4	5	6			
18	AP_18	2	2	2	1	2	1	10	18	55,56%
19	AP_19	3	3	3	1	2	3	15	18	83,33%
20	AP_20	3	2	3	1	2	1	12	18	66,67%
21	AP_21	2	2	2	1	2	2	11	18	61,11%
22	AP_22	2	2	2	1	2	2	11	18	61,11%
23	AP_23	3	3	3	2	1	1	13	18	72,22%
24	AP_24	2	2	2	1	1	1	9	18	50,00%
25	AP_25	2	3	3	1	2	2	13	18	72,22%
26	AP_26	2	2	3	2	2	1	12	18	66,67%
27	AP_27	3	3	3	1	2	1	13	18	72,22%
28	AP_28	2	2	2	3	1	2	12	18	66,67%
29	AP_29	2	2	3	1	2	1	11	18	61,11%
30	AP_30	3	3	3	1	2	1	13	18	72,22%
Skor yang diperoleh		63	62	71	35	51	45			
Jumlah skor yang diperoleh		327								
Jumlah skor Maksimal		540								
Prosentase Ketercapaian		60,56%								

**LAMPIRAN V Hasil Perbandingan Pengukuran
Kapasitansimeter berbasis Arduino
dengan Multimeter CD771**

No	Nilai Pada Label (μF)	Pengukuran		Perbedaan (%)
		Multimeter CD771 ($C \pm \Delta C$) μF	Desain Produk ($C \pm \Delta C$) μF	
1	0,10	0,1038 \pm 0,0015190	0,10 \pm 0,00023	3,61
2	0,33	0,3465 \pm 0,0027325	0,30 \pm 0,00069	13,420
3	0,47	0,5093 \pm 0,0035465	0,50 \pm 0,00115	1,826
4	1,00	1,0630 \pm 0,0063150	1,00 \pm 0,00230	5,927
5	2,20	2,2280 \pm 0,0121400	2,20 \pm 0,00506	1,257
6	3,30	3,1290 \pm 0,0166450	3,10 \pm 0,00713	0,927
7	4,70	4,9210 \pm 0,0256050	4,70 \pm 0,01081	4,491
8	6,80	7,8700 \pm 0,0403500	7,50 \pm 0,01725	4,701
9	10,00	10,5700 \pm 0,0538500	10,10 \pm 0,02323	4,447
10	22,00	24,7900 \pm 0,1249500	23,70 \pm 0,05451	4,397
11	33,00	35,2400 \pm 0,1772000	33,40 \pm 0,07682	5,221
12	47,00	53,6000 \pm 0,2690000	52,30 \pm 0,12029	2,425
13	100,00	0L	102,70 \pm 0,23621	
14	220,00	0L	239,10 \pm 0,54993	
15	330,00	0L	337,00 \pm 0,77510	
16	470,00	0L	473,50 \pm 1,08905	
17	1000,00	0L	1012,50 \pm 2,32875	
18	2200,00	0L	2116,50 \pm 4,86795	
19	3300,00	0L	3349,50 \pm 7,70385	
20	4700,00	0L	4980,00 \pm 11,45400	
Rata-Rata				4,392

LAMPIRAN VI Hasil Pengujian Produk oleh Peneliti

1. Uji Praktikum 1

a. Pengukuran Kapasitas Kapasitor

1) Kapasitor 1

No	C_1	$C_1 - \overline{C_1}$	$(C_1 - \overline{C_1})^2$
1	1001,1 μF	1,08 μF	1,1664 μF
2	1000,2 μF	0,18 μF	0,0324 μF
3	999,70 μF	-0,32 μF	0,1024 μF
4	999,70 μF	-0,32 μF	0,1024 μF
5	999,40 μF	-0,62 μF	0,3844 μF
Σ	5000,1 μF		1,788 μF
n	5		
$\overline{C_1}$	1000,02 μF		
$n-1$	4		
$\frac{\sum (C_1 - \overline{C_1})^2}{n-1}$	0,447 μF		
$\Delta C_1 = \sqrt{\frac{\sum (C_1 - \overline{C_1})^2}{n-1}}$	0,66858 μF		
$(\overline{C_1} \pm \Delta C_1)$	1000,02 \pm 0,66858 μF		
$(\overline{C_1} \pm \Delta C_1)$	(0,00100002 \pm 0,00000066858) F		

2) Kapasitor 2

No	C_2	$C_2 - \overline{C_2}$	$(C_2 - \overline{C_2})^2$
1	470,20 μF	5,22 μF	27,2484 μF
2	464,00 μF	-0,98 μF	0,9604 μF
3	463,70 μF	-1,28 μF	1,6384 μF
4	463,60 μF	-1,38 μF	1,9044 μF
5	463,4 μF	-1,58 μF	2,4964 μF
Σ	5000,1 μF		34,248 μF
n	5		
$\overline{C_2}$	464,98 μF		
$n-1$	4		
$\frac{\Sigma(C_2 - \overline{C_2})^2}{n-1}$	8,562 μF		
$\Delta C_2 = \sqrt{\frac{\Sigma(C_2 - \overline{C_2})^2}{n-1}}$	2,9261 μF		
$(\overline{C_2} \pm \Delta C_2)$	(464,98 \pm 2,9261) μF		
$(\overline{C_2} \pm \Delta C_2)$	(0,00046498 \pm 0,000002926) F		

3) Kapasitor di rangkai seri

No	C_s	$C_s - \overline{C_s}$	$(C_s - \overline{C_s})^2$
1	$313,7 \mu F$	$0,56 \mu F$	$0,3136 \mu F$
2	$313 \mu F$	$-0,14 \mu F$	$0,0196 \mu F$
3	$312,9 \mu F$	$-0,24 \mu F$	$0,0576 \mu F$
4	$313 \mu F$	$-0,14 \mu F$	$0,0196 \mu F$
5	$313,1 \mu F$	$-0,04 \mu F$	$0,0016 \mu F$
Σ	$5000,1 \mu F$		$0,412 \mu F$
n	5		
$\overline{C_s}$	$313,14 \mu F$		
$n-1$	4		
$\frac{\sum (C_s - \overline{C_s})^2}{n-1}$	$0,103 \mu F$		
$\Delta C_s = \sqrt{\frac{\sum (C_s - \overline{C_s})^2}{n-1}}$	$0,32093 \mu F$		
$(\overline{C_s} \pm \Delta C_s)$	$(313,14 \pm 0,32093) \mu F$		
$(\overline{C_s} \pm \Delta C_s)$	$(0,00031314 \pm 0,00000032093) F$		

4) Kapasitor di rangkai paralel

No	C_p	$C_p - \overline{C_p}$	$(C_p - \overline{C_p})^2$
1	$1477,2 \mu F$	$2,08 \mu F$	$4,3264 \mu F$
2	$1475,1 \mu F$	$-0,02 \mu F$	$0,0004 \mu F$
3	$1474,5 \mu F$	$-0,62 \mu F$	$0,3844 \mu F$
4	$1474,3 \mu F$	$-0,82 \mu F$	$0,6724 \mu F$
5	$1474,5 \mu F$	$-0,62 \mu F$	$0,3844 \mu F$
Σ	$5000,1 \mu F$		$5,768 \mu F$
n	5		
$\overline{C_p}$	$1475,12 \mu F$		
$n-1$	4		
$\frac{\sum(C_p - \overline{C_p})^2}{n-1}$	$1,442 \mu F$		
$\Delta C_p = \sqrt{\frac{\sum(C_p - \overline{C_p})^2}{n-1}}$	$1,2008 \mu F$		
$(\overline{C_p} \pm \Delta C_p)$	$(1475,12 \pm 1,2008) \mu F$		
$(\overline{C_p} \pm \Delta C_p)$	$(0,00147512 \pm 0,0000012008) F$		

b. Pengukuran Tegangan

1) Rangkaian Seri

No	Teg. Masukan (V)	$(V_1 \pm \Delta V_1)V$	$(V_2 \pm \Delta V_2)V$	$(V_{tot} \pm \Delta V_{tot})V$
1	5	$(1,62 \pm 0,0662)$	$(3,43 \pm 0,0843)$	$(5,07 \pm 0,1007)$
2	6	$(1,91 \pm 0,0691)$	$(4,01 \pm 0,0901)$	$(5,93 \pm 0,1093)$
3	8	$(2,56 \pm 0,0756)$	$(5,34 \pm 0,1034)$	$(7,91 \pm 0,1291)$
4	9	$(2,89 \pm 0,0789)$	$(6,02 \pm 0,1102)$	$(8,97 \pm 0,1397)$

2) Rangkaian Paralel

No	Teg. Masukan (V)	$(V_1 \pm \Delta V_1)V$	$(V_2 \pm \Delta V_2)V$	$(V_{tot} \pm \Delta V_{tot})V$
1	5	$(5,07 \pm 0,1007)$	$(5,07 \pm 0,1007)$	$(5,08 \pm 0,1008)$
2	6	$(5,94 \pm 0,1094)$	$(5,94 \pm 0,1094)$	$(5,94 \pm 0,1094)$
3	8	$(7,92 \pm 0,1292)$	$(7,92 \pm 0,1292)$	$(7,92 \pm 0,1292)$
4	9	$(8,92 \pm 0,1392)$	$(8,92 \pm 0,1392)$	$(8,92 \pm 0,1392)$

c. Perhitungan Muatan

1) Rangkaian Seri

No	Teg. Masukan (V)	$(Q_1 \pm \Delta Q_1)C$	$(Q_2 \pm \Delta Q_2)C$	$(Q_{tot} \pm \Delta Q_{tot})C$
1	5	$(0,00162 \pm 0,0000673)$	$(0,00159 \pm 0,0000492)$	$(0,00159 \pm 0,00000163)$
2	6	$(0,00191 \pm 0,0000704)$	$(0,00186 \pm 0,0000536)$	$(0,00186 \pm 0,00000190)$
3	8	$(0,00256 \pm 0,0000773)$	$(0,00248 \pm 0,0000637)$	$(0,00248 \pm 0,00000254)$
4	9	$(0,00289 \pm 0,0000808)$	$(0,00280 \pm 0,0000689)$	$(0,00281 \pm 0,00000288)$

2) Rangkaian Paralel

No	Teg. Masukan (V)	$(Q_1 \pm \Delta Q_1)C$	$(Q_2 \pm \Delta Q_2)C$	$(Q_{tot} \pm \Delta Q_{tot})C$
1	5	$(0,00507 \pm 0,000104)$	$(0,00236 \pm 0,00006166)$	$(0,00749 \pm 0,0001548)$
2	6	$(0,00594 \pm 0,000113)$	$(0,00276 \pm 0,00006825)$	$(0,00876 \pm 0,0001685)$
3	8	$(0,00792 \pm 0,000134)$	$(0,00368 \pm 0,00008325)$	$(0,01168 \pm 0,0002001)$
4	9	$(0,00892 \pm 0,000145)$	$(0,00415 \pm 0,00009083)$	$(0,01316 \pm 0,0002160)$

LAMPIRAN VII Hasil Angket Studi Pendahuluan

INSTRUMEN PELAKSANAAN PRAKTIKUM KAPASITOR MATA KULIAH PRAKTIKUM FISIKA DASAR II

Nama/Kelas : Almah Wiladatika / PF 4B.

Berilah tanda (X) pada huruf A,B, atau C yang sesuai dengan kenyataan!

1. Menurut anda bagaimanakah praktikum kapasitor itu?
 - A. Tidak mudah
 - ☒ B. Mudah
 - C. Sangat mudah
2. Apakah anda mudah dalam merangkai praktikum kapasitor?
 - A. Tidak mudah
 - ☒ B. Mudah
 - C. Sangat mudah
3. Apakah anda mudah dalam membaca alat ukur voltmeter?
 - A. Tidak mudah
 - ☒ B. Mudah
 - C. Sangat mudah
4. Apakah nilai kapasitansi kapasitor diukur menggunakan alat ukur dengan mudah?
 - ☒ A. Tidak mudah
 - B. Mudah
 - C. Sangat mudah
5. Menurut anda apakah tegangan 1, tegangan 2 dan tegangan total pada rangkaian seri-paralel kapasitor mudah didapatkan sesuai dengan teori?
 - ☒ A. Tidak mudah
 - B. Mudah
 - C. Sangat mudah
6. Menurut anda apakah muatan 1, muatan 2 dan muatan total pada rangkaian seri-paralel kapasitor mudah didapatkan sesuai dengan teori?
 - ☒ A. Tidak mudah
 - B. Mudah
 - C. Sangat mudah

Kritik dan Saran:

Pada praktikum ~~je~~ seri - paralel kapasitor hendaknya
 nilai kapasitansi dan nilai kapasitor di cek kembali
 menggunakan multimeter, untuk menghasilkan data
 yang valid & reliabel, tidak hanya dicari menggunakan
 persamaan rumus

TTD Mahasiswa

Almah Wiladatika

INSTRUMEN PELAKSANAAN PRAKTIKUM KAPASITOR MATA KULIAH PRAKTIKUM FISIKA DASAR II

Nama/Kelas : Ulfa Fitri / PFAA

Berilah tanda (X) pada huruf A,B, atau C yang sesuai dengan kenyataan!

1. Menurut anda bagaimanakah praktikum kapasitor itu?
 - A. Tidak mudah
 - B. mudah
 - ☒ C. Sangat mudah
2. Apakah anda mudah dalam merangkai praktikum kapasitor?
 - A. Tidak mudah
 - B. Mudah
 - ☒ C. Sangat mudah
3. Apakah anda mudah dalam membaca alat ukur voltmeter?
 - A. Tidak mudah
 - B. Mudah
 - ☒ C. Sangat mudah
4. Apakah nilai kapasitansi kapasitor diukur menggunakan alat ukur dengan mudah?
 - ☒ A. Tidak mudah
 - B. Mudah
 - C. Sangat mudah
5. Menurut anda apakah tegangan 1, tegangan 2 dan tegangan total pada rangkaian seri-paralel kapasitor mudah didapatkan sesuai dengan teori?
 - A. Tidak mudah
 - ☒ B. Mudah
 - C. Sangat mudah
6. Menurut anda apakah muatan 1, muatan 2 dan muatan total pada rangkaian seri-paralel kapasitor mudah didapatkan sesuai dengan teori?
 - ☒ A. Tidak mudah
 - B. Mudah
 - C. Sangat mudah

Kritik dan Saran:

Untuk mempermudah percobaan kapasitor
seharusnya diberikan alat untuk menghitung
nilai kapasitansinya agar lebih mudah dan
cepat sesuai dengan yang tertera pada kapasitornya.

TTD Mahasiswa

Ulfa Fitri
 Ulfa-F.

LAMPIRAN VIII Hasil Validasi Ahli Media

1. Instrumen untuk Validasi Ahli Media

INSTRUMEN PENILAIAN MEDIA ASPEK SUBSTANSI MEDIA PENGEMBANGAN ALAT PRAKTIKUM FISIKA DASAR II MATERI KAPASITOR BERBASIS *ARDUINO*

A. Pengantar

Berkaitan dengan pelaksanaan Pengembangan Alat Praktikum Fisika Dasar II Materi Kapasitor Berbasis *Arduino*, maka peneliti bermaksud mengadakan validasi media pembelajaran. Oleh sebab itu, dimohon Bapak/Ibu mengisi angket di bawah ini sebagai validator aspek media. Tujuan dari pengisian angket ini adalah untuk mengetahui kesesuaian pemanfaatan media dan sebagai pengukur kelayakan media sehingga layak digunakan dalam kegiatan praktikum. Sebelumnya Saya sampaikan terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu.

B. Identitas Peneliti

Nama : Donny Auliya Arrohman
NIM : 1503066001

C. Identitas Validator Media

Nama :
NIP :
Instansi :

D. Petunjuk Penilaian

1. Sebelum mengisi angket ini, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu mempelajari media yang dikembangkan.
2. Mohon Bapak/Ibu menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam instrumen ini dengan memberi tanda silang (x) pada kolom yang berguna untuk menilai kualitas media ini.
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan kritik dan saran pada lembar yang disediakan.

Kecermatan Bapak/Ibu dalam penilaian ini sangat peneliti harapkan

E. Indikator Instrumen Validitas

NO	ASPEK PENILAIAN	SKOR	DESKRIPSI
1	Efektif dan Efisien		Poin Penilaian: a) Alat peraga dapat berjalan dengan lancar tanpa ada gangguan. b) Alat peraga dapat digunakan saat ada listrik AC maupun tidak ada listrik AC. c) Alat peraga tidak membutuhkan banyak komponen saat dirangkai.
		4	Tiga poin penilaian terpenuhi.
		3	Dua poin penilaian terpenuhi.
		2	Satu poin penilaian terpenuhi.
		1	Tidak ada poin penilaian terpenuhi.
2	Kemudahan dalam Pengoprasian		Poin Penilaian: a) Komponen dapat dirangkai secara mudah dan lancar. b) Tombol yang digunakan dapat berfungsi dengan baik. c) Kabel penghubung/prob dapat berfungsi dengan baik
		4	Tiga poin penilaian terpenuhi.
		3	Dua poin penilaian terpenuhi.
		2	Satu poin penilaian terpenuhi.
		1	Tidak ada poin penilaian terpenuhi.
3	Kesesuaian letak alat ukur dengan komponen		Poin Penilaian: a) Alat ukur dan papan rangkaian dapat dilihat dan mudah dikenali. b) Alat ukur tidak mengganggu komponen yang lain saat dioperasikan. c) Alat ukur dan komponen tidak melebihi ukuran panjang dan lebar box.
		4	Tiga poin penilaian terpenuhi.
		3	Dua poin penilaian terpenuhi.
		2	Satu poin penilaian terpenuhi.

		1	Tidak ada poin penilaian terpenuhi.
4	Desain alat praktikum		Poin Penilaian: a) Alat peraga menarik dan sederhana b) Ukuran box tidak terlalu besar dan tidak terlalu kecil. c) Lampu indikator sumber tegangan dapat menyala dengan baik.
		4	Tiga poin penilaian terpenuhi.
		3	Dua poin penilaian terpenuhi.
		2	Satu poin penilaian terpenuhi.
		1	Tidak ada poin penilaian terpenuhi.
5	Kejelasan informasi		Poin Penilaian: a) Alat ukur dapat dibaca dengan jelas. b) Terdapat keterangan pada setiap saklar dan alat ukur. c) Simbol dapat menunjukkan informasi yang jelas.
		4	Tiga poin penilaian terpenuhi.
		3	Dua poin penilaian terpenuhi.
		2	Satu poin penilaian terpenuhi.
		1	Tidak ada poin penilaian terpenuhi.

2. Hasil Penilaian Validator Ahli Media 1

**INSTRUMEN PENILAIAN MEDIA ASPEK SUBSTANSI MEDIA
PENGEMBANGAN ALAT PRAKTIKUM FISIKA DASAR II MATERI KAPASITOR
BERBASIS ARDUINO**

A. Pengantar

Berkaitan dengan pelaksanaan Pengembangan Alat Praktikum Fisika Dasar II Materi Kapasitor Berbasis *Arduino*, maka peneliti bermaksud mengadakan validasi media pembelajaran. Oleh sebab itu, dimohon Bapak/Ibu mengisi angket di bawah ini sebagai validator aspek media. Tujuan dari pengisian angket ini adalah untuk mengetahui kesesuaian pemanfaatan media dan sebagai pengukur kelayakan media sehingga layak digunakan dalam kegiatan praktikum. Sebelumnya Saya sampaikan terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu.

B. Identitas Peneliti

Nama : Donny Auliya Arrohman
NIM : 1503066001

C. Identitas Validator Media

Nama : Muhammad Adhi K, M.Sc
NIP : 19821009 20101 1010
Instansi : UIN Walsongo Semarang

D. Petunjuk Penilaian

1. Sebelum mengisi angket ini, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu mempelajari media yang dikembangkan.
2. Mohon Bapak/Ibu menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam instrumen ini dengan memberi tanda silang (x) pada kolom yang berguna untuk menilai kualitas media ini.
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan kritik dan saran pada lembar yang disediakan.
4. Kecermatan Bapak/Ibu dalam penilaian ini sangat peneliti harapkan.

F. Lembar Penilaian

Berilah tanda (X) untuk penilaian setiap aspek pada kolom nilai.

NO	Aspek Penilaian	Nilai			
		1	2	3	4
1	Efektif dan Efisien				✓
2	Kemudahan dalam pengoperasian				✓
3	kesesuaian letak alat ukur dan komponen				✓
4	Desain alat praktikum			✓	
5	Kejelasan informasi			✓	

G. Kritik

- label & batasan air
- selangnya & gunakan 1 box saja
- label tegangan input belum ada
- tampilan box & perbaikan
- perlu & tambahkan selang pengaman & dalam rangkaian
- perlu & tampilkan selat alat listrik.

H. Saran


I. Kesimpulan

Pengembangan Alat Praktikum Fisika Dasar II Berbasis Arduino ini dinyatakan *):

- ☐ Layak digunakan di lapangan tanpa ada revisi
- ☒ Layak digunakan di lapangan dengan revisi
- ☐ Tidak layak digunakan di lapangan

*) Beri tanda (x) salah satu.

Semarang, 2 April 2019
Ahli Materi


M. Ardhikhalit, M.Sc
NIP. 19821009 20101 1010

3. Hasil Penilaian Validator Ahli Media 2

INSTRUMEN PENILAIAN MEDIA ASPEK SUBSTANSI MEDIA PENGEMBANGAN ALAT PRAKTIKUM FISIKA DASAR II MATERI KAPASITOR BERBASIS ARDUINO

A. Pengantar

Berkaitan dengan pelaksanaan Pengembangan Alat Praktikum Fisika Dasar II Materi Kapasitor Berbasis *Arduino*, maka peneliti bermaksud mengadakan validasi media pembelajaran. Oleh sebab itu, dimohon Bapak/Ibu mengisi angket di bawah ini sebagai validator aspek media. Tujuan dari pengisian angket ini adalah untuk mengetahui kesesuaian pemanfaatan media dan sebagai pengukur kelayakan media sehingga layak digunakan dalam kegiatan praktikum. Sebelumnya Saya sampaikan terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu.

B. Identitas Peneliti

Nama : Donny Auliya Arrohman
NIM : 1503066001

C. Identitas Validator Media

Nama : Eko Widi Paernomo, M.Pd
NIP : 19760214 2008041011
Instansi : UIN Walisongo Semarang

D. Petunjuk Penilaian

1. Sebelum mengisi angket ini, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu mempelajari media yang dikembangkan.
2. Mohon Bapak/Ibu menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam instrumen ini dengan memberi tanda silang (x) pada kolom yang berguna untuk menilai kualitas media ini.
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan kritik dan saran pada lembar yang disediakan.
4. Kecermatan Bapak/Ibu dalam penilaian ini sangat peneliti harapkan.

F. Lembar Penilaian

Berilah tanda (X) untuk penilaian setiap aspek pada kolom nilai.

NO	Aspek Penilaian	Nilai			
		1	2	3	4
1	Efektif dan Efisien				✓
2	Kemudahan dalam pengoprasian				✓
3	kesesuaian letak alat ukur dan komponen			✓	
4	Desain alat praktikum				✓
5	Kejelasan informasi				✓

G. Kritik

.....

.....

.....

.....

.....

H. Saran

- letak layar voltmeter & kapasitansi meter
diposisikan yg setara.
-
-
-

I. Kesimpulan

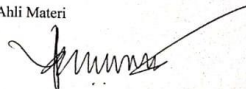
Pengembangan Alat Praktikum Fisika Dasar II Berbasis Arduino ini dinyatakan *):

- () Layak digunakan di lapangan tanpa ada revisi
- (✓) Layak digunakan di lapangan dengan revisi
- () Tidak layak digunakan di lapangan

*) Beri tanda (x) salah satu.

Semarang, 2 April 2019

Ahli Materi



Joko Bur Pramuwo

NIP. 19760214 20080101

LAMPIRAN IX Hasil Validasi Ahli Materi

1. Instrumen untuk Validasi Ahli Materi

INSTRUMEN PENILAIAN MEDIA ASPEK SUBSTANSI MATERI PENGEMBANGAN ALAT PRAKTIKUM FISIKA DASAR II MATERI KAPASITOR BERBASIS *ARDUINO*

E. Pengantar

Berkaitan dengan pelaksanaan Pengembangan Alat Praktikum Fisika Dasar II Materi Kapasitor Berbasis Arduino, maka peneliti bermaksud mengadakan validasi materi pembelajaran. Oleh sebab itu, dimohon Bapak/Ibu mengisi angket di bawah ini sebagai validator aspek materi. Tujuan dari pengisian angket ini adalah untuk mengetahui kesesuaian pemanfaatan media dan sebagai pengukur kelayakan media sehingga layak digunakan dalam kegiatan praktikum. Sebelumnya Saya sampaikan terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu.

F. Identitas Peneliti

Nama : Donny Auliya Arrohman
NIM : 1503066001

G. Identitas Validator Media

Nama :
NIP :
Instansi :

H. Petunjuk Penilaian

4. Sebelum mengisi angket ini, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu mempelajari media yang dikembangkan.
5. Mohon Bapak/Ibu menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam instrumen ini dengan memberi tanda silang (x) pada kolom yang berguna untuk menilai kualitas media ini.
6. Mohon Bapak/Ibu memberikan kritik dan saran pada lembar yang disediakan.

Kecermatan Bapak/Ibu dalam penilaian ini sangat peneliti harapkan

E. Indikator Instrumen Validitas

NO	ASPEK PENILAIAN	SKOR	DESKRIPSI
1	Rangkaian Kapasitor		Poin Penilaian: a) Tegangan sumber sudah tersedia. b) Rangkaian seri kapasitor sudah terangkai sesuai dengan teori. c) Rangkaian paralel kapasitor sudah terangkai sesuai dengan teori.
		4	Tiga poin penilaian terpenuhi.
		3	Dua poin penilaian terpenuhi.
		2	Satu poin penilaian terpenuhi.
		1	Tidak ada poin penilaian terpenuhi.
2	Pengukuran kapasitansi kapasitor menggunakan kapasitansimeter		Poin Penilaian: a) Kapasitansimeter dapat mengukur nilai kapasitansi kapasitor dengan baik. b) Kapasitansimeter dapat mengukur nilai kapasitansi kapasitor total seri. c) Kapasitansimeter dapat mengukur nilai kapasitansi kapasitor total paralel.
		4	Tiga poin penilaian terpenuhi.
		3	Dua poin penilaian terpenuhi.
		2	Satu poin penilaian terpenuhi.
		1	Tidak ada poin penilaian terpenuhi.

3	Pengukuran tegangan pada setiap kapasitor	Poin Penilaian: a) Voltmeter dapat mengukur nilai tegangan pada tiap kapasitor saat diberi tegangan. b) Voltmeter dapat mengukur nilai tegangan total seri kapasitor. c) Voltmeter dapat mengukur nilai tegangan total paralel kapasitor.
		4 Tiga poin penilaian terpenuhi.
		3 Dua poin penilaian terpenuhi.
		2 Satu poin penilaian terpenuhi.
		1 Tidak ada poin penilaian terpenuhi.
4	Penggunaan sumber tegangan.	Poin Penilaian: a) Sumber tegangan dapat diukur dengan voltmeter. b) Saat sumber tegangan digunakan terdapat indikator signal. c) Sumber tegangan dari AC dan DC dapat digunakan pada rangkaian seri dan paralel.
		4 Tiga poin penilaian terpenuhi.
		3 Dua poin penilaian terpenuhi.
		2 Satu poin penilaian terpenuhi.
		1 Tidak ada poin penilaian terpenuhi.
5	Kesesuaian teori dengan praktik	Poin Penilaian: a) Nilai kapasitansi kapasitor seri dan paralel sesuai dengan teori. b) Pada rangkaian seri, nilai tegangan 1, tegangan 2, dan tegangan total sesuai dengan teori. c) Pada rangkaian paralel, nilai tegangan 1, tegangan 2, dan tegangan total sesuai dengan teori.

2. Hasil Penilaian Validator Ahli Materi 1

**INSTRUMEN PENILAIAN MEDIA ASPEK SUBSTANSI MATERI
PENGEMBANGAN ALAT PRAKTIKUM FISIKA DASAR II MATERI KAPASITOR
BERBASIS ARDUINO**

A. Pengantar

Berkaitan dengan pelaksanaan Pengembangan Alat Praktikum Fisika Dasar II Materi Kapasitor berbasis Arduino, maka peneliti bermaksud mengadakan validasi materi. Oleh sebab itu, dimohon Bapak/Ibu mengisi angket di bawah ini sebagai validator aspek materi. Tujuan dari pengisian angket ini adalah untuk mengetahui kesesuaian pemanfaatan media dan sebagai pengukur kelayakan media sehingga layak digunakan dalam kegiatan praktikum. Sebelumnya, Saya sampaikan terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu.

B. Identitas Peneliti

Nama : Donny Auliya Arrohman
NIM : 1503066001

C. Identitas Validator Materi

Nama : Muhammad Adhi K. M.Sc
NIP : 19821009 20101 610
Instansi : UIN Walisongo Semarang

D. Petunjuk Penilaian

1. Sebelum mengisi angket ini, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu mempelajari media yang dikembangkan.
2. Mohon Bapak/Ibu menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam instrumen ini dengan memberi tanda silang (x) pada kolom yang berguna untuk menilai kualitas media ini.
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan kritik dan saran pada lembar yang disediakan.
4. Kecermatan Bapak/Ibu dalam penilaian ini sangat peneliti harapkan.

F. Lembar Penilaian

Berilah tanda (X) untuk penilaian setiap aspek pada kolom nilai.

NO	Aspek Penilaian	Nilai			
		1	2	3	4
1	Rangkaian kapasitor				✓
2	Pengukuran kapasitansi kapasitor menggunakan kapasitansimeter				✓
3	Pengukuran tegangan pada setiap kapasitor				✓
4	Penggunaan sumber tegangan.				✓
5	Kesesuaian teori dengan praktik				✓
6	Penghitungan nilai muatan				✓

G. Kritik

- Jelaskan lagi apakah untuk elco, geometri plat nya sedemikian rupa sehingga berlaku rumus $Q = CV$.
- Ditambahkan kolom ratat & setiap pengukuran

H. Saran

.....

.....

.....

.....

.....

I. Kesimpulan


Pengembangan Alat Praktikum Fisika Dasar II Berbasis Arduino ini dinyatakan *):

- ☐ Layak digunakan di lapangan tanpa ada revisi
- ☒ Layak digunakan di lapangan dengan revisi
- ☐ Tidak layak digunakan di lapangan

*) Beri tanda (x) salah satu.

Semarang, 2 April 2019

Ahli Materi


M. Arif Wahid, M.Sc
NIP. 19821009 20101 1010

3. Hasil Penilaian Validator Ahli Materi 2

**INSTRUMEN PENILAIAN MEDIA ASPEK SUBSTANSI MATERI
PENGEMBANGAN KAPASITANSIMETER BERBASIS ARDUINO**

A. Pengantar

Berkaitan dengan pelaksanaan Pengembangan Kapasitansimeter Berbasis Arduino, maka peneliti bermaksud mengadakan validasi materi. Oleh sebab itu, dimohon Bapak/Ibu mengisi angket di bawah ini sebagai validator aspek materi. Tujuan dari pengisian angket ini adalah untuk mengetahui kesesuaian pemanfaatan media dan sebagai pengukur kelayakan media sehingga layak digunakan dalam kegiatan praktikum. Sebelumnya, Saya sampaikan terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu.

B. Identitas Peneliti

Nama : Donny Auliya Arrohmah
NIM : 1503066001

C. Identitas Validator Materi

Nama : Wko Budi Darmo
NIP : 197602142008011011
Instansi : UIN Walisongo Semarang

D. Petunjuk Penilaian

1. Sebelum mengisi angket ini, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu mempelajari media yang dikembangkan.
2. Mohon Bapak/Ibu menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam instrumen ini dengan memberi tanda silang (x) pada kolom yang berguna untuk menilai kualitas media ini.
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan kritik dan saran pada lembar yang disediakan.
4. Kecermatan Bapak/Ibu dalam penilaian ini sangat peneliti harapkan.

F. Lembar Penilaian

Berilah tanda (X) untuk penilaian setiap aspek pada kolom nilai.

NO	Aspek Penilaian	Nilai			
		1	2	3	4
1	Rangkaian kapasitor				✓
1	Pengukuran kapasitansi kapasitor menggunakan kapasitansimeter				✓
2	Pengukuran tegangan pada setiap kapasitor				✓
3	Penggunaan sumber tegangan. (A_c/DC)				✓
4	Kesesuaian teori dengan praktik			✓	
5	Penghitungan nilai muatan			✓	

G. Kritik

"Memungkinkan perhitungan nilai Q (muatan) dalam sistem."

H. Saran

1. Prioritaskan pada keamanan praktikum.
2. Informasi "tore" & sempurna.
3. Kaki-kaki kapasitor "gunakan jack" yg tepat.

I. Kesimpulan

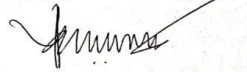
Pengembangan Alat Praktikum Fisika Dasar II Berbasis Arduino ini dinyatakan *):

- () Layak digunakan di lapangan tanpa ada revisi
- (✓) Layak digunakan di lapangan dengan revisi
- () Tidak layak digunakan di lapangan

*) Beri tanda (x) salah satu.

Semarang, 2 April 2019

Ahli Materi



Irfan Bae Pruningsih

NIP. 19760214 20080101

LAMPIRAN X Hasil Angket Uji Coba Awal

INSTRUMEN PELAKSANAAN PRAKTIKUM KAPASITOR MATA KULIAH PRAKTIKUM FISIKA DASAR II TAHUN AKADEMIK 2018/2019

Nama/Kelas : Melany p.d. / FISIKA 4

Jawablah pertanyaan berikut dengan memberikan tanda (✓) pada kolom jawab yang telah disediakan sesuai dengan kenyataan.

NO	Pertanyaan	Jawab	
		Ya	Tidak
1	Apakah anda saat melakukan praktikum kapasitor mudah?	✓	
2	Apakah anda mudah dalam membaca alat ukur voltmeter?	✓	
3	Apakah hubungan antara tegangan 1, tegangan 2, dan tegangan total pada rangkaian seri yang diukur dengan voltmeter sesuai dengan teori?	✓	
4	Apakah hubungan antara tegangan 1, tegangan 2, dan tegangan total pada rangkaian paralel yang diukur dengan voltmeter sesuai dengan teori?	✓	
5	Apakah nilai kapasitansi kapasitor dapat diukur dengan mudah menggunakan kapasitansimeter?	✓	
6	Apakah kapasitansimeter dapat mengukur nilai kapasitansi kapasitor total pada rangkaian seri?	✓	
7	Apakah kapasitansimeter dapat mengukur nilai kapasitansi kapasitor total pada rangkaian paralel?	✓	
8	Apakah hubungan antara kapasitansi kapasitor 1, kapasitansi kapasitor 2, dan kapasitansi kapasitor total pada rangkaian seri yang diukur menggunakan kapasitansimeter sesuai dengan teori?		✓
9	Apakah hubungan antara kapasitansi kapasitor 1, kapasitansi kapasitor 2, dan kapasitansi kapasitor total pada rangkaian paralel yang diukur menggunakan kapasitansimeter sesuai dengan teori?		✓
10	Apakah praktikum kapasitor tidak membutuhkan banyak waktu dalam merangkai alat dan bahan?	✓	
11	Apakah simbol dalam kit praktikum seri-paralel kapasitor mudah dipahami?	✓	
12	Apakah kit praktikum seri-paralel kapasitor dapat digunakan saat listrik PLN padam?	✓	
13	Apakah ukuran kit praktikum seri-paralel kapasitor sudah ideal?	✓	
14	Apakah tombol pada kit praktikum seri-paralel kapasitor dapat berfungsi dengan baik?	✓	

Kelebihan praktikum kapasitor:
1. waktu yang dibutuhkan untuk praktikum lebih cepat

2. untuk mengetahui data praktikum nilainya lebih akurat

Kekurangan praktikum kapasitor:
1. Tombolnya lebih mudah rusak karena sering digunakan

TTD Mahasiswa

Melany p.d.
(Melany p.d.)

INSTRUMEN PELAKSANAAN PRAKTIKUM KAPASITOR
MATA KULIAH PRAKTIKUM FISIKA DASAR II
TAHUN AKADEMIK 2018/2019

Nama/Kelas : Faridatul Lutfia / PF4A

Jawablah pertanyaan berikut dengan memberikan tanda (✓) pada kolom jawab yang telah disediakan sesuai dengan kenyataan.

NO	Pertanyaan	Jawab	
		Ya	Tidak
1	Apakah anda saat melakukan praktikum kapasitor mudah?	✓	
2	Apakah anda mudah dalam membaca alat ukur voltmeter?	✓	
3	Apakah hubungan antara tegangan 1, tegangan 2, dan tegangan total pada rangkaian seri yang diukur dengan voltmeter sesuai dengan teori?	✓	
4	Apakah hubungan antara tegangan 1, tegangan 2, dan tegangan total pada rangkaian paralel yang diukur dengan voltmeter sesuai dengan teori?	✓	
5	Apakah nilai kapasitansi kapasitor dapat diukur dengan mudah menggunakan kapasitansimeter?		✓
6	Apakah kapasitansimeter dapat mengukur nilai kapasitansi kapasitor total pada rangkaian seri?	✓	
7	Apakah kapasitansimeter dapat mengukur nilai kapasitansi kapasitor total pada rangkaian paralel?	✓	
8	Apakah hubungan antara kapasitansi kapasitor 1, kapasitansi kapasitor 2, dan kapasitansi kapasitor total pada rangkaian seri yang diukur menggunakan kapasitansimeter sesuai dengan teori?	✓	
9	Apakah hubungan antara kapasitansi kapasitor 1, kapasitansi kapasitor 2, dan kapasitansi kapasitor total pada rangkaian paralel yang diukur menggunakan kapasitansimeter sesuai dengan teori?	✓	
10	Apakah praktikum kapasitor tidak membutuhkan banyak waktu dalam merangkai alat dan bahan?	✓	
11	Apakah simbol dalam kit praktikum seri-paralel kapasitor mudah dipahami?	✓	
12	Apakah kit praktikum seri-paralel kapasitor dapat digunakan saat listrik PLN padam?	✓	
13	Apakah ukuran kit praktikum seri-paralel kapasitor sudah ideal?		✓
14	Apakah tombol pada kit praktikum seri-paralel kapasitor dapat berfungsi dengan baik?	✓	

Kelengkapan praktikum kapasitor:

- lebih efisien
- lebih rapi
- lebih jelas
- lebih praktis

Kekurangan praktikum kapasitor:

- Kit cukup besar & memakan tempat (tidak bisa disimpan di rumah)
- Saat pengukuran nilai C cukup lama, karena adanya proses Penisian & Pengosongan
- Rangkaian guru secara detail Kurang (tidak dapat mengkonstruksi)
- Kurangnya kepentingan, karena banyak soal bagi praktikan di rumah

TTD Mahasiswa



Faridatul Lutfia

LAMPIRAN XI Hasil Angket Uji Lapangan Terbatas

Skala Besar

INSTRUMEN PELAKSANAAN PRAKTIKUM KAPASITOR
MATA KULIAH PRAKTIKUM FISIKA DASAR II
TAHUN AKADEMIK 2018/2019


Nama/Kelas : *Inan Dyah Fulanjari / Fisika*

Jawablah pertanyaan berikut dengan memberikan tanda (✓) pada kolom jawab yang telah disediakan sesuai dengan kenyataan.

NO	Pertanyaan	Jawab	
		Ya	Tidak
1	Apakah anda saat melakukan praktikum kapasitor mudah?	✓	
2	Apakah anda mudah dalam membaca alat ukur voltmeter?	✓	
3	Apakah hubungan antara tegangan 1, tegangan 2, dan tegangan total pada rangkaian seri yang diukur dengan voltmeter sesuai dengan teori?	✓	
4	Apakah hubungan antara tegangan 1, tegangan 2, dan tegangan total pada rangkaian paralel yang diukur dengan voltmeter sesuai dengan teori?	✓	
5	Apakah nilai kapasitansi kapasitor dapat diukur dengan mudah menggunakan kapasitansimeter?	✓	
6	Apakah kapasitansimeter dapat mengukur nilai kapasitansi kapasitor total pada rangkaian seri?	✓	
7	Apakah kapasitansimeter dapat mengukur nilai kapasitansi kapasitor total pada rangkaian paralel?	✓	
8	Apakah hubungan antara kapasitansi kapasitor 1, kapasitansi kapasitor 2, dan kapasitansi kapasitor total pada rangkaian seri yang diukur menggunakan kapasitansimeter sesuai dengan teori?	✓	
9	Apakah hubungan antara kapasitansi kapasitor 1, kapasitansi kapasitor 2, dan kapasitansi kapasitor total pada rangkaian paralel yang diukur menggunakan kapasitansimeter sesuai dengan teori?	✓	
10	Apakah praktikum kapasitor tidak membutuhkan banyak waktu dalam merangkai alat dan bahan?	✓	
11	Apakah simbol dalam kit praktikum seri-paralel kapasitor mudah dipahami?	✓	
12	Apakah kit praktikum seri-paralel kapasitor dapat digunakan saat listrik PLN padam?	✓	
13	Apakah ukuran kit praktikum seri-paralel kapasitor sudah ideal?	✓	
14	Apakah tombol pada kit praktikum seri-paralel kapasitor dapat berfungsi dengan baik?	✓	

Kelebihan praktikum kapasitor:
Dapat menghitung kapasitansi kapasitor maupun tegangan pada kapasitor dengan mudah

Kekurangan praktikum kapasitor:
Proses munculnya nilai pada layar agak lambat

TTD Mahasiswa

Inan Dyah

INSTRUMEN PELAKSANAAN PRAKTIKUM KAPASITOR
MATA KULIAH PRAKTIKUM FISIKA DASAR II
TAHUN AKADEMIK 2018/2019

Nama/Kelas : NISA AKWALYAH NUR -A / PF2B

Jawablah pertanyaan berikut dengan memberikan tanda (\checkmark) pada kolom jawab yang telah disediakan sesuai dengan kenyataan.

NO	Pertanyaan	Jawab	
		Ya	Tidak
1	Apakah anda saat melakukan praktikum kapasitor mudah?	\checkmark	
2	Apakah anda mudah dalam membaca alat ukur voltmeter?	\checkmark	
3	Apakah hubungan antara tegangan 1, tegangan 2, dan tegangan total pada rangkaian seri yang diukur dengan voltmeter sesuai dengan teori?	\checkmark	
4	Apakah hubungan antara tegangan 1, tegangan 2, dan tegangan total pada rangkaian paralel yang diukur dengan voltmeter sesuai dengan teori?	\checkmark	
5	Apakah nilai kapasitansi kapasitor dapat diukur dengan mudah menggunakan kapasitansimeter?	\checkmark	
6	Apakah kapasitansimeter dapat mengukur nilai kapasitansi kapasitor total pada rangkaian seri?	\checkmark	
7	Apakah kapasitansimeter dapat mengukur nilai kapasitansi kapasitor total pada rangkaian paralel?	\checkmark	
8	Apakah hubungan antara kapasitansi kapasitor 1, kapasitansi kapasitor 2, dan kapasitansi kapasitor total pada rangkaian seri yang diukur menggunakan kapasitansimeter sesuai dengan teori?	\checkmark	
9	Apakah hubungan antara kapasitansi kapasitor 1, kapasitansi kapasitor 2, dan kapasitansi kapasitor total pada rangkaian paralel yang diukur menggunakan kapasitansimeter sesuai dengan teori?	\checkmark	
10	Apakah praktikum kapasitor tidak membutuhkan banyak waktu dalam merangkai alat dan bahan?	\checkmark	
11	Apakah simbol dalam kit praktikum seri-paralel kapasitor mudah dipahami?	\checkmark	
12	Apakah kit praktikum seri-paralel kapasitor dapat digunakan saat listrik PLN padam?	\checkmark	
13	Apakah ukuran kit praktikum seri-paralel kapasitor sudah ideal?		\checkmark
14	Apakah tombol pada kit praktikum seri-paralel kapasitor dapat berfungsi dengan baik?	\checkmark	

Kelebihan praktikum kapasitor:

- Alat yang digunakan
 • mudah digunakan
 - kit praktikum seri-paralel
 dapat digunakan kapan saja
 termasuk saat listrik padam

Kekurangan praktikum kapasitor:

- kit praktikum seri-paralel
 belum ideal karena masih
 agak besar. Jika bisa lebih
 diperkecil akan lebih
 efisien dalam membawanya

TTD Mahasiswa

[Signature]

NISA AKWALYAH NUR

INSTRUMEN PELAKSANAAN PRAKTIKUM KAPASITOR
MATA KULIAH PRAKTIKUM FISIKA DASAR II
TAHUN AKADEMIK 2018/2019

Nama/Kelas : *Iham Atbar Zulfikar / PF-B*

Jawablah pertanyaan berikut dengan memberikan tanda (✓) pada kolom jawab yang telah disediakan sesuai dengan kenyataan.

NO	Pertanyaan	Jawab	
		Ya	Tidak
1	Apakah anda saat melakukan praktikum kapasitor mudah?	✓	
2	Apakah anda mudah dalam membaca alat ukur voltmeter?	✓	
3	Apakah hubungan antara tegangan 1, tegangan 2, dan tegangan total pada rangkaian seri yang diukur dengan voltmeter sesuai dengan teori?		✓
4	Apakah hubungan antara tegangan 1, tegangan 2, dan tegangan total pada rangkaian paralel yang diukur dengan voltmeter sesuai dengan teori?	✓	
5	Apakah nilai kapasitansi kapasitor dapat diukur dengan mudah menggunakan kapasitansimeter?	✓	
6	Apakah kapasitansimeter dapat mengukur nilai kapasitansi kapasitor total pada rangkaian seri?	✓	
7	Apakah kapasitansimeter dapat mengukur nilai kapasitansi kapasitor total pada rangkaian paralel?	✓	
8	Apakah hubungan antara kapasitansi kapasitor 1, kapasitansi kapasitor 2, dan kapasitansi kapasitor total pada rangkaian seri yang diukur menggunakan kapasitansimeter sesuai dengan teori?	✓	
9	Apakah hubungan antara kapasitansi kapasitor 1, kapasitansi kapasitor 2, dan kapasitansi kapasitor total pada rangkaian paralel yang diukur menggunakan kapasitansimeter sesuai dengan teori?	✓	
10	Apakah praktikum kapasitor tidak membutuhkan banyak waktu dalam merangkai alat dan bahan?	✓	
11	Apakah simbol dalam kit praktikum seri-paralel kapasitor mudah dipahami?		
12	Apakah kit praktikum seri-paralel kapasitor dapat digunakan saat listrik PLN padam?	✓	
13	Apakah ukuran kit praktikum seri-paralel kapasitor sudah ideal?	✓	
14	Apakah tombol pada kit praktikum seri-paralel kapasitor dapat berfungsi dengan baik?	✓	

Kelebihan praktikum kapasitor:

.....

Kekurangan praktikum kapasitor:

.....

TTD Mahasiswa

Iham Atbar Zulfikar

LAMPIRAN XII Hasil Wawancara

A. Peneliti dengan Asisten

- Peneliti : Assalamu'alaikum Wr. Wb.
 Asisten : Wa'alaikumussalam Wr. Wb.
 Peneliti : Mohon maaf mbak mengganggu
 Asisten : Iya mas bagaimana?
 Peneliti : Sebelumnya perkenalkan dulu, nama Saya Donny Auliya Arrohman dari Pendidikan Fisika 8A. Saya akan mengadakan penelitian terkait Praktikum Kapasitor. Sebelumnya saya ingin mewawancari mbak Melany sebagai asisten praktikum Fisika Dasar materi kapasitor. Apakah mbak Melany bersedia untuk dijadikan sebagai narasumber?
- Asisten : Iya mas saya bersedia.
 Peneliti : Dari sudut pandang mbak Melany. Bagaimana praktikum kapasitor?
- Asisten : Menurut saya mudah dalam proses merangkainya juga mudah. Data yang diambil juga oke mas.
- Peneliti : Apakah ada kendala selama mendampingi mahasiswa praktikan saat praktikum kapasitor?
- Asisten : Alhamdulillah tidak ada kendala, tetapi terkadang kita harus menuntun mahasiswa praktikan dalam pelaksanaan praktikum kapasitor.
- Peneliti : Contohnya?
- Asisten : Ada beberapa mahasiswa praktikan yang tidak mengetahui prosedur langkah kerja dari praktikum kapasitor, sehingga saya perlu untuk menjelaskan kembali dan menuntunya dari awal.

- Peneliti : Apakah ada kendala lain?
- Asisten : Ada juga beberapa mahasiswa praktikan yang salah mengoperasikan multimeter. Misalnya praktikum kapasitor harus melakukan pengukuran tegangan menggunakan skala voltmeter DC tetapi mahasiswa praktikan mengubah selektornya kedalam range ampermeter. Selain itu saya sering menjumpai praktikan dalam pembacaan multimeter terkadang salah kemudian nilai yang didapat pada saat pengukuran tegangan memerlukan perhitungan.
- Peneliti : Apakah nilai kapasitas kapasitor dilakukan pengukuran menggunakan kapasitansimeter?
- Asisten : Tidak mas. untuk nilai kapasitas kapasitor kita mengacu pada label kapasitor sehingga tidak diperlukan pengukuran terlebih dahulu. Kapasitor yang digunakan dalam praktikum ini sudah disediakan oleh laboran. Yang ada di kotak bahan terkadang nilainya $1\ \mu F$, $220\ \mu F$, $330\ \mu F$, $470\ \mu F$, $1000\ \mu F$, $2200\ \mu F$.
- Peneliti : Apakah di laboratorium ada alat untuk mengukur kapasitas kapasitor?
- Asisten : Ada mas, alatnya itu multimeter digital. Cuma pada praktikum kapasitor tidak digunakan?
- Peneliti : Alhamdulillah ada.
- Asisten : Multimeter digitalnya tidak digunakan karena nilai yang hanya bisa terbaca sampai $100\ \mu F$ mas.

- Peneliti : Oke. Mbak Melany apakah saat praktikum pernah mengalami kejadian yang tidak biasa saat mendampingi praktikum?
- Asisten : Pernah mas. saat praktikum pernah terjadi loncatan api pada salah satu kapasitor ketika catu dayanya di hidupkan. Ya kalau kejadian lain mungkin saat listrik PLN padam praktikumnya ditunda dulu soalnya kan catu dayanya gak bisa nyala mas.
- Peneliti : Kira-kira apakah yang menyebabkan loncatan api tersebut mbak melany?
- Asisten : Ternyata setelah di cek. Saat praktikum praktikan mengukur tegangan tidak sesuai dengan prosedur yaitu menghubungkan ujung probnya pada kaki kapasitor tetapi ujungnya itu menyentuh satu sama lain.
- Peneliti : Baik mbak Melany. Bagaimana dengan keterkaitan antara teori dengan hasil praktikum?
- Asisten : Untuk keterkaitan hasil pengukuran tegangan dengan teori sudah sesuai tetapi untuk hasil perhitungan muatan tidak sesuai dengan teori. Bahkan sering nilainya itu jauh banget mas.
- Peneliti : Menurut mbak Melany apakah yang menyebabkan nilai mutan tidak sesuai dengan teori?
- Asisten : Saya menduga dari nilai kapasitas kapasitornya mas. Maksudnya adalah nilai kapasitas kapasitor pada label itu jika dilakukan pengukuran mungkin bisa jadi tidak sama maka saat proses

- penghitungan akan menyebabkan nilai muatan tidak sesuai dengan teori.
- Peneliti : Baik mbak melany terima kasih banyak atas informasi yang sudah diberikan pada wawancara hari ini. Selamat bertugas dan semangat mbak Melany. Dan Assalamu'alaikum Wr. Wb.
- Asisten : Wa'alaikumussalam Wr. Wb.

B. Peneliti dengan Mahasiswa Praktikan

- Peneliti : Assalamu'alaikum Wr. Wb.
- Mahasiswa Praktikan : Wa'alaikumussalam Wr. Wb.
- Peneliti : Mohon maaf mengganggu mbak. Apakah mbak namanya nailiy dari PF2A ?
- Mahasiswa Praktikan : Iya mas benar.
- Peneliti : Apakah mbaknya lagi sibuk?
- Mahasiswa Praktikan : Tidak sih mas, bagaimana?
- Peneliti : Sebelumnya saya minta maaf sudah mengganggu waktu luangnya. Perkenalkan nama saya Donny Auliya Arrohman dari Pf8A. Masih inget saya?
- Mahasiswa Praktikan : Masih mas. Masnya yang tadi melihat saya dan teman saya praktikum kapasitor ya mas?
- Peneliti : Iya mbak benar. Begini saya sebenarnya tadi melakukan observasi praktikum yang mbaknya lakukan. Observasi ini merupakan bagian dari rangkaian tahapan penelitian saya terkait praktikum kapasitor di Jurusan Fisika UIN Walisongo Semarang. Karena sudah melakukan praktikum kapsitor,

- apakah mbaknya berkenan untuk saya lakukan wawancara?
- Mahasiswa Praktikan : Iya mas tidak apa-apa.
- Peneliti : Bagaimana praktikum kapasitor yang sudah mbaknya lakukan?
- Mahasiswa Praktikan : Lumayan mudah mas kalau sudah tau cara merangkainya dan cara menggunakan alatnya.
- Peneliti : Apakah ada kendalanya mbak saat melakukan praktikum kapasitor?
- Mahasiswa Praktikan : Sebenarnya tidak ada mas cuman kadang saya lupa saat merangkai komponennya seperti merangkai rangkaian seri dan rangkaian paralel kapasitor. Tetapi sudah bisa kok mas
- Peneliti : Alhamdulillah. saat pengukuran menggunakan alat ukur multimeter, apakah ada kendala?
- Mahasiswa Praktikan : Kendalanya sih tidak ada mas cuman pas awal-awalannya sedikit bingung cara mengkalibrasi multimeter terus saat melakukan pengukuran tegangan sering membutuhkan waktu dalam membaca alat ukur terus kalau misal nilai skalanya susah di bagi ditulis dahulu kemudian dihitung di akhir-akhirannya
- Peneliti : Alhamdulillah. Saat praktikum data yang diambil apa saja mbak?
- Mahasiswa Praktikan : Data yang diambil mulai dari nilai tiap kapasitas kapasitor yang dilihat dari label kapasitor kemudian data lain yang diambil pengukuran tegangan.
- Peneliti : Untuk data yang dihitung apa saja mbak?

- Mahasiswa Praktikan : Data yang dihitung itu muatan sama ralatnya
- Peneliti : Oke. Tadi apakah ada pesan dari asisten mbak?
- Mahasiswa Praktikan : Ada mas. pesannya itu setelah didapatkan hasil muatan nanti dilihat keterkaitan teori dengan hasil praktikum apakah sudah sesuai atau belum.
- Peneliti : Baik mbak terima kasih banyak atas informasi yang sudah di berikan.
- Mahasiswa Praktikan : Iya mas sama-sama
- Peneliti : Semangat ya dan Assalamu'alaikum Wr. Wb.
- Mahasiswa Praktikan : Wa'alaikumussalam Wr. Wb.

LAMPIRAN XIII Daftar Nama Responden

No	Nama Responden	Jenis Responden
1	M. Naufal Pratama	Angket Pendahuluan
2	Nurul Inayah	Angket Pendahuluan
3	Ananda Pramudia	Angket Pendahuluan
4	Doni Ardiansyah	Angket Pendahuluan
5	Eka Zuwita Sari	Angket Pendahuluan
6	Elia Rina	Angket Pendahuluan
7	Faridatul Lutfia	Angket Pendahuluan
8	Heiras Pradjna Paramita	Angket Pendahuluan
9	Hesti Fazriah	Angket Pendahuluan
10	Idi Salsabela Palupi	Angket Pendahuluan
11	Ikbal	Angket Pendahuluan
12	Intan	Angket Pendahuluan
13	Linda Rahayauningsih	Angket Pendahuluan
14	Maya Ainul Quroh	Angket Pendahuluan
15	Minhatul Zaqiyah	Angket Pendahuluan
16	Mufidatul Munawaroh	Angket Pendahuluan
17	Muh. Dul Qornain	Angket Pendahuluan
18	Nadhea Octavia Asnawi	Angket Pendahuluan
19	Nanda	Angket Pendahuluan
20	Nurul Amaliyani	Angket Pendahuluan
21	Siti Fatimah	Angket Pendahuluan
22	Siti Khoriyah	Angket Pendahuluan
23	Syafridayanti	Angket Pendahuluan
24	Ulfia Fitri	Angket Pendahuluan
25	Vira Septi Amelia	Angket Pendahuluan
26	Yessi Zuana Kholida	Angket Pendahuluan
27	Ziyana Walida Prama	Angket Pendahuluan
28	Almah Wiladatika	Angket Pendahuluan

No	Nama Responden	Jenis Responden
29	Davira Suciati	Angket Pendahuluan
30	Lia Safitri Yuniarti	Angket Pendahuluan
31	Suci Fitriyanti	Uji Coba Awal
32	Melany P.D.	Uji Coba Awal
33	Siti Fatimah	Uji Coba Awal
34	Faridatul Lutfia	Uji Coba Awal
35	Ananda Pramudia	Uji Coba Awal
36	Lailiyatu Latifah	Uji Lapangan Terbatas
37	Diane Lutfia Rachma	Uji Lapangan Terbatas
38	Intan Dyah Fulanjari	Uji Lapangan Terbatas
39	Nabilah Atha Fathin	Uji Lapangan Terbatas
40	Elfany A.R	Uji Lapangan Terbatas
41	Maya Shofani	Uji Lapangan Terbatas
42	Ilham Akbar Zulfikar	Uji Lapangan Terbatas
43	Santi Rica Anzazmoro	Uji Lapangan Terbatas
44	Nisa Awaliyah Nur A	Uji Lapangan Terbatas
45	Devi T A	Uji Lapangan Terbatas

LAMPIRAN XIV Foto-Foto



Uji Pendahuluan



Observasi Praktikum Kapasitor



Kesalahan dalam Merangkai



Proses Pembuatan Produk



Pengukuran kapasitas kapasitor
Menggunakan Multieter CD7701



Pengukuran kapasitas kapasitor
Menggunakan Kapsitansimeter
berbasis Arduino



Uji Coba Awal



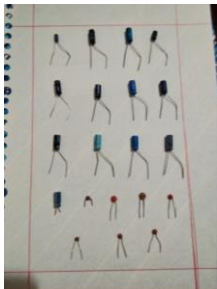
Uji Lapangan Terbatas



Proses Perhitungan Data



Uji Lapangan Terbatas

Kapasitor yang digunakan
pengujianAlat Ukur Kapsitansimeter
Berbasis Arduino

Biodata Peneliti

Identitas Diri

Nama Lengkap : Donny Auliya Arrohman
Tempat & Tanggal Lahir : Bojonegoro, 6 Februari 1997
Alamat Rumah : Jl. Pemuda No. 14 Bojonegoro
No. Hp : 085540456356
E-mail : donnyarrohman123@gmail.com

Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal
 - a. Tk Bina Anak Prasa Ngrowo Bojonegoro
 - b. SD Negeri II Ngrowo Bojonegoro
 - c. SMP Negeri 5 Bojonegoro
 - d. SMA Negeri 4 Bojonegoro
2. Pendidikan Non Formal

Prestasi Akademik

Karya Ilmiah

Semarang, 14 Juli 2019



Donny Auliya Arrohman
NIM. 1503066001